

Boškovi , Ru er Josip

# **Roger Josef Boscovich Abriß der Astronomie**

mit Rücksicht auf ihre Verbindung mit der Schiffahrt

Kummer  
Leipzig  
1787



2007

A

728

Roger Josef Boscovich

Abriß

der

Astronomie,

mit Rücksicht auf ihre Verbindung

mit der

Schiffahrt.



---

Aus dem Französischen

---

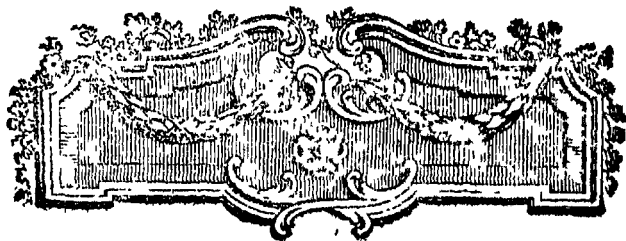
Leipzig,

bei Paul Gotthef Kummer

1787.



Nat Kf  
24



## Vorrede des Uebersetzers.

**D**er berühmte Roscovich hat in dem fünften Bande seiner optisch - astronomischen Schriften \*) diesen kurzen Abriss der Astronomie  
( 2                      abdruck.

\*) Nouveaux ouvrages de Monsieur l'Abbé ROSCOVICH, appartenants principalement à l'Optic et à l'Astronomie, en cinq volumes, à Bussan. 1785. et se vendent à Venise chez Remondini. — Es ist zu bedauern, daß wegen des in diesem Jahre erfolgten Todes des Herrn Roscovich, die versprochene Ausgabe von der Sammlung seiner übrigen mathematischen Schriften, nun wahrscheinlich unterbleiben wird.

## Vorrede

abdrucken lassen. Er ist wie es scheint schon in dem Jahr 1775 aufgesetzt worden, und zwar für den Herzog von Chartres. „Seine Hoheit ver-  
„langte von mir,“ spricht Herr Boscovich,  
„kurz zuvor, ehe er, um das Kommando über  
„eine Division der Flotte zu übernehmen, von Pa-  
„ris abging, daß ich die Hauptsätze von der Sfäre  
„mit ihm durchgehen, und einen Auszug aus  
„der Astronomie für ihn abfassen sollte. Die  
„bestimmte Zeit war kurz, und ich mußte einen  
„Auszug machen, welcher nur die allgemeinen  
„Begriffe von den wichtigsten Gegenständen dieser  
„Wissenschaft enthielt. Ich habe keine Figuren  
„dazu gezeichnet. Ich mußte mich über alles, was  
„ich ihm schriftlich in diesem Aufsatz übergeben  
„hatte, mündlich mit ihm unterhalten; bei die-  
„ser Unterredung zeichnete ich die Figuren in sei-  
„ner Gegenwart, so wie sich Gelegenheit darzu  
„darbot, und erklärte sie ihm; verwickeltere zeig-  
„te ich ihm in gedruckten Büchern. Was die  
„Instrumente anbetrifft, so war der reichlichste  
„Vorrath davon bei der Hand, und es war daher  
„leicht, ihm ihre Beschaffenheit und ihren Gebrauch  
„zu erklären.“

So entstand dieser Aufsatz, von dem der  
Herr Verfasser glaubte, daß er auch andern nütz-  
lich

## des Uebersetzers.

lich sein könnte, und den er deswegen in die Sammlung seiner Schriften mit aufnahm. Er erklärt sich darüber folgendermaßen. „Ich hoffe daß  
„diese kleine Schrift solchen Personen sehr nützlich  
„sein wird, deren Absicht es nicht ist Professoren  
„der Astronomie zu werden, die aber doch von  
„den erhabenen Gegenständen dieser Wissenschaft  
„richtige Begriffe zu besitzen wünschen; sie werden  
„alsdan wohl thun, wenn sie sich alle diese Artikel  
„mündlich von einer geschickten Person erklären,  
„und die Instrumente und ihren Gebrauch, etwan  
„auf einer Sternwarte, zeigen lassen. Haben  
„sie dazu keine Gelegenheit, so kan ihnen in diesem  
„Fal eins oder das andre von den größern  
„astronomischen Werken, wo diese Instrumente  
„abgebildet sind, vorzüglich das klassische Werk des  
„Herrn de la Lande, diesen Mangel zu ersetzen  
„dienen. Die Betrachtung dieser Figuren, und  
„die Unterhaltung über ihre Zusammensetzung und  
„ihren Gebrauch mit einem geschickten Astronomen,  
„wird ihnen nicht nur eine nützliche Belehrung,  
„sondern selbst wahres Vergnügen verschaffen. —  
„Diejenigen welche die Aufangegründe  
„der Astronomie schon gründlich studiert haben,  
„werden diesen Auszug sehr vorteilhaft gebrauchen  
„können, um sich die wichtigsten Gegenstände wi-

## Vorrede

„der in das Gedächtnis zurückzurufen, und sie wer-  
den dabei der verdrüsslichen Mühe überhoben  
sein, jedesmahl den Text mit den Buchstaben der  
Figuren vergleichen, und die Beweise und Rech-  
nungen durchgehen zu müssen.“

Dieser vorteilhafte Gebrauch welcher von die-  
sem Werkchen gemacht werden kan, scheint durch  
die Art wie es dem Publikum bekant gemacht wor-  
den, ganz aufgehoben zu sein. Denn in der That,  
es ist in einer Sammlung abgedruckt worden, die we-  
gen ihrer Größe und ihres Preises nur in we-  
nige Hände kommen, und ausserdem, wegen  
des Inhalts der übrigen Schriften unter welchen  
diese steht, gewis nicht von solchen Personen ge-  
lesen werden wird, die sich nicht besonders mit der  
Astronomie beschäftigen. Der Uebersetzer glaubt  
daher keine undankbare Arbeit übernommen zu ha-  
ben, wenn er diese kleine Schrift durch eine deut-  
sche Uebersetzung unter seinen Landsleuten bekan-  
ter zu machen, und sie so Lesern welchen sie be-  
stimmt war, und die sie in dem großen Bošcovich-  
schen Werke nicht leicht würden zu Gesichte be-  
kommen haben, in die Hände zu liefern sucht.

Die vielen neuen Entdeckungen womit die  
Astronomie seit kurzem bereichert worden ist, mach-  
tent



## des Uebersetzers.

ten es nöthig etwas davon mit beizubringen. Der Uebersetzer hat daher das Wichtigste in einigen Anmerkungen angegeben, welche übrigens auch noch einige andre, meistens historische, Gegenstände betreffen. Da Herr BOSCOVICH selbst bei dem Abdrucke einige Anmerkungen hinzugesetzt hatte, so hat der Uebersetzer die seinigen durch D. U. unterschieden. — Der Uebersetzer hat am Ende eine Tafel über das Planetensystem hinzugefügt; das was Herr BOSCOVICH in dem Werke selbst über diesen Gegenstand sagt schien wirklich zu wenig zu sein, außerdem läßt sich auch in einer Tabelle alles besser übersehen; diese Tafel ist übrigens die erste, in welcher der Uranus an der gehörigen Stelle eingetragen worden. Daß auf derselben Artikel vorkommen, von welchen in dem Werke selbst nicht geredet worden ist, wird ihr hoffentlich nicht zum Vorwurf gereichen; wer noch gar keine Kenntniß von der Astronomie besitzt, muß ohnedem Jemand haben, der ihm das ganze Werk erklärt.

Herr BOSCOVICH hat auf dem Titel dieser Schrift gesetzt, pour un Marin, so geradezu konnte das auf den deutschen Titel nicht übertragen werden, weil es nur einen üblen Einfluß auf den Verleger gehabt haben würde, ob das Werk gleich  
darum

## Vorrede des Uebersetzers

darum für jeden, der keinen Fuß von dem festen Lande zu setzen denkt, nicht weniger brauchbar ist. Mit einer geringen Aenderung hat es der Uebersetzer um so lieber auf dem Titel angegeben, weil es einen der handgreiflichsten und wichtigsten Nutzen der Astronomie in dem bürgerlichen Leben betrifft.

Man findet zu Ende dieser Abhandlung eine kurze Uebersicht der in dem Werke selbst vorgetragenen Materien. Herr Boscovich spricht davon, „sie enthält in wenig Worten den Inhalt jedes „Paragrafen; man hätte ihn sogleich in dem „Text zu jedem setzen können, allein dieser Inhalt „auf die Art an das Ende gestellt, dient zugleich „sich kürzlich alles dessen zu erinnern, was man in „dem vorhergehenden Texte ausführlich gefunden „hat.“ — Diesem Urtheile des Herrn Verfassers hat der Uebersetzer nicht widersprechen, und daher in der Anordnung nichts ändern wollen.

E.

Roger



Roger Josef Boscovich  
Abriß  
der  
Astronomie.

---

Erster Abschnitt.

Von den Sternen und ihrer scheinbaren  
Bewegung.

**E**s gibt überhaupt drei verschiedene Arten von Sternen; Fixsterne, Planeten und Kometen. Fast alle Sterne die wir am Himmel sehen, gehören zu der ersten Art; sie haben ihren Namen Fixsterne, das ist, feste Sterne, daher erhalten, weil sie beständig, wenigstens so viel sich ohne die genauesten Untersuchungen bemerken läßt, einerlei Stellung gegen einander behalten. Ihre Entfernung von uns ist unermeslich. Wir haben keine hinlänglich große Grundlinie, um sie bestimmen zu können. Auch ihre Menge ist nicht zu zählen. Man entdeckt durch Fernröhre eine erstaunende Anzahl derselben in allen Gegenden  
A des

des Himmels, vorzüglich aber in jenem großen weislichten Lichtstreifen, den man die *Milchstraße* nennt. Man ist überzeugt, daß sie ihr eignes Licht besitzen. Ihre wirkliche Größe ist gänzlich unbekant. Ihre scheinbare Größe würde bloß ein leuchtender Punkt sein, wenn nicht eine gewisse Abirrung der Lichtstralen, aus verschiednen fisischen Gründen verursachte, daß die aus Einem Punkte gekommenen Stralen, sich, wenn sie durch das Auge gegangen sind, nicht wider in Einem Punkt auf der Netzhaut vereinigen. Man stellt sich die Sterne als an einer ungeheuren Kugelfläche, die einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt mit der Erde hat, befestigt vor. Ihre scheinbare Größe nimt an dieser Fläche weder eine Minute noch eine Sekunde ein; sie ist für uns ein bloßer Punkt. Ihre ganze scheinbare Größe kömt von der Größe des Raumes her, in den die Lichtstralen durch jene Aberrazion, auf dem Boden des Auges verbreitet werden. In der Mitte dieses Raumes ist das Licht ungleich lebhafter als am Rande, und aus der Ursache scheinen uns die Fixsterne, welche mehr Licht haben, größer zu sein.

Unterdessen hat diese Täuschung Anleitung gegeben die Fixsterne in mehrere Klassen einzuteilen, man unterscheidet daher Sterne von der ersten, zweiten, dritten u. s. f. bis sechsten Größe, und nennt die kleinern teleskopische Sterne. Betrachtet man die Fixsterne durch Fernröhre; die alle übrigen Gegenstände, selbst Planeten und Kometen vergrößern, so scheinen sie demohingeachtet kleiner als vorher, aber weit heller zu sein, da jene Abirrung der Lichtstralen durch das Fernrohr vermindert wird. Diese Größe in welcher wir die Fixsterne mit bloßen Augen sehen, ist nicht das, was die Astronomen den scheinbaren Durchmesser nennen. Man bezeichnet durch diesen Namen die Anzahl Minuten oder Sekunden, welche der wahre Durchmesser des Sterns an der Himmelsfläche

fläche einnimmt, oder den Winkel den zwei aus dem Auge an die entgegengesetzten Ränder des Sterns gezogene Linien mit einander einschließen; da dieser scheinbare Durchmesser bei den Fixsternen kleiner ist als eine Sekunde, so ist er für uns nur als ein Punkt anzusehen \*). Aus dieser geringen scheinbaren Größe erklärt man auch das Zittern, das man das Funkeln der Sterne nennt, und das man bei den Planeten entweder gar nicht, oder doch weniger stark bemerkt, wenn die Atmosphäre nicht mit einer Menge sehr dichter Dünste angefüllt ist.

Um diese unermessliche Menge von Fixsternen besser von einander unterscheiden zu können, hat man sich an der Kugelfläche, welche den Himmel vorstellt, eine Menge verschiedener Figuren gedacht, die man **Konstellationen**, **Sternbilder**, **Gestirne** nennt. Die alten Sternbilder die wir jetzt haben, sind ihren Ursprung der griechischen Götterlehre schuldig. Man hat sie seit der Wiederherstellung der Astronomie mehr als verdoppelt. In den Bayerischen Sternkarten steigt ihre Anzahl auf sechzig, allein in **Roberts de Vaugondy** \*\*) Planisphären zählt man ihrer hundert. Herr de la Lande hat auf seiner neuen Himmelskugel, auf der die Lage der Fixsterne äußerst genau aufgetragen ist, das hundert und erste

U 2

Stern.

\*) Durch die ungeheuren und alle Erwartung übersteigenden Vergrößerungen welche der um die neueste Astronomie so verdiente Herschel zu bewirken gewußt hat, ist es ihm gelungen, auch die scheinbaren Größen von Fixsternen zu messen. So hat er z. B. den hellen Stern in der Leier deutlich als eine Scheibe sein Fernrohr vorüber gehen gesehen, und seinen scheinbaren Durchmesser gemessen. d. U.

\*\*) Neu herausgegeben von Funk mit einer Anweisung zur Kenntniß der Gestirne. Leipzig, 1777.

d. U.

Sternbild dazu gesetzt und *Messier* genant \*), um den Namen dieses durch so viel neu entdeckte Kometen berühmten Astronomen zu verewigen \*\*). Unter diesen Sternbildern mus man vorzüglich die zwölf Zeichen des Tierkreises, eines großen, fast zwanzig Grad breiten und um den ganzen Himmel herumgehenden Streifens, bemerken. Ihre Namen hat man in folgende zwei lateinische Verse gebracht:

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,  
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Man nent die drei vorletzten eigentlich Sagittarius, Capricornus, Aquarius, und hat ihre Namen etwas verändert, um sie besser in den Vers zwingen zu können. Die deutschen Namen und ihre Zeichen sind folgende:

♈	♉	♊	♋	♌	♍
Widder,	Stier,	Zwillinge,	Krebs,	Löwe,	Jungfrau,
♎	♏	♐	♑	♒	♓
Waage,	Skorpion,	Schütze,	Steinbock,	Wasserman,	
♊					
Fische,					

Man findet sie in allen astronomischen Schriften, selbst in den Kalendern. Man kan hier noch die beiden Bäre bemerken, die den Polen Namen gegeben haben; so heist der Nordpol, bei welchem diese beiden Bäre stehen, der arktische,

\*) Bei dieser Gelegenheit habe ich meine Verehrung gegen den großen Beobachter durch folgendes Distichon bezeugt:

Sidera non messes *Messierius* iste tuetur;  
Certe erat ille suo dignus in esse polo.

\*\*) Und noch neuerlich hat Herr Rode zum Andenken Friedrichs des Einzigen ein Sternbild vorgeschlagen und es Friedrichs Ehre genant d. II.

sche, und der Südpol, der antarktische, von Arktos, dem griechischen Namen des Bares.

Der Name Pol bezieht sich auf die Bewegungen, von denen wir sogleich reden werden. Vorher aber wollen wir noch etwas von den Planeten und Kometen sagen. Auch die Planeten haben ihren Namen von den Griechen erhalten, wegen ihrer scheinbar irregulären Bewegung am Himmel, aus welcher Ursache sie die Römer *errones* nannten. Man teilt sie in zwei Klassen, die im lateinischen *Planetæ primarii* und *secundarii* heißen, im deutschen nennt man sie *Haupt-* und *Nebenplaneten*. Zu den ersten rechnet man sonst auch den Mond. Jetzt weiß man, daß er ein Trabante der Erde ist, und zählt ihn daher wie gehörig zu den Nebenplaneten. Auch die Sonne, die man sonst für einen Planeten hielt, gehört nicht dazu. Von Hauptplaneten kennt man sieben, ihre Namen und Zeichen sind folgende:

☿	♀	♁	♂	♃	♄
Merkur,	Venus,	Erde,	Mars,	Jupiter,	Saturn,
♅					
Uranus *).					

U 3

Die

\*) Diesen neuen Planeten hat Herr Herschel in England zu Anfang des Jahres 1781. entdeckt, bis dahin hatte man ihn seiner geringen Größe wegen übersehen, und die beiden Male, die man ihn, so viel man weiß, genauer beobachtete, für einen Fixstern gehalten. Bei den Ausländern nennt man ihn oft zu Ehren des Entdeckers den *Herschel'schen Planeten* oder auch bloß *Herschel*. Den schicklichen und fast allgemein angenommenen Namen *Uranus* hat Hr. Bode vorgeschlagen; sein Zeichen ♅ Herr Böhler; es ist von dem beinahe zu gleicher Zeit erst genau untersuchten neuen Metalle genommen. Neuerlich hat ihn Herr Abt Sell dieses Zeichen ♂ gegeben, wodurch ein

Die Nebenplaneten sind an der Zahl zehn \*); der Mond, vier Jupiterstrabanten und fünf Trabanten des Saturns \*\*); den letztern umgibt noch in einiger Entfernung ein von ihm abgesonderter, platter, ziemlich breiter und sehr dünner Ring. Die scheinbaren Durchmesser der Sonne und des Mondes betragen ungefähr einen halben Grad, die der andern Planeten sind beständig kleiner als eine Minute. Alle Planeten erhalten ihr Licht von der Sonne; man sieht dieses bei dem Jupiter, Saturn und ihren Trabanten, an den Verfinsterungen der letztern, und an den Schatten, den sie auf ihre Hauptplaneten werfen, bei den übrigen zeigen dieses die Fafen (das Zu- und Abnehmen derselben wie bei dem Mond), und bei dem Merkur, der Venus und dem Mond, sieht man es noch ausserdem daher, weil sie dan und wan als dunkle Scheiben durch die Sonne gehen.

Die Anzahl der Kometen mus sehr groß seyn. Man findet keine einzige astronomische Beobachtung eines Kometen in den Schriften unserer alten Astronomen. Jetzt kent man von 63 \*\*\*.) Kometen den Teil ihrer wahren Bahn in dem sie uns sichtbar sind. Einer von denselben ist seit der Wiederherstellung der Astronomie, schon mehrere Male zurückgekehrt, und braucht zu Durchlaufung seiner ganzen Bahn 56 bis 57 Jahre. Einen andern hat man in einer Periode von 129 Jahren zurückkehren sehen \*\*\*\*). Die Kometen haben einen weislichten Kern mit

ein Fixstern der zum Planeten geworden ist, angedeutet wird.

d. II.

\*) Seit diesem Jahre zwölf.

d. II.

\*\*) Und noch zwei Trabanten des Uranus, die Herr Herschel in diesem Jahr entdeckt hat.

d. II.

\*\*\*.) Es sind seitdem noch mehrere beobachtet worden. Bis auf den der im August 1786 erschienen, hat man jetzt die Fahren von 73 Kometen berechnet.

d. II.

\*\*\*\*.) So glaubte man sonst, allein Herr Mechain hat kurz vor seiner Aufnahme in die Pariser Akademie der Wissen-

Wissen-



mit einem nebligten Rande, der sich in einen sehr langen von der Sonne abwärts gerichteten Schweif verlängert. Sie erhalten ebenfalls wie die Planeten, ihr Licht von der Sonne, und sie verändern ihre Lage gegen die übrigen Sterne, durch welches Kennzeichen man sie sehr leicht von den Nebelsternen unterscheiden kan.

Alle Sterne haben eine gemeinschaftliche tägliche Bewegung. Es ist dieses eine gleichförmige Umdrehung um eine Ase, die durch den Mittelpunkt der Erde bis an beide entgegengesetzte Pole der Himmelshugel geht: Diese Pole sind überall gleich weit von einem größten Kreise an flärischen Himmelsfläche entfernt, welchen man den Aequator nent, und der den ganzen Himmel in zwei Halbkugeln, die nördliche und die südliche, abtheilet. Man nent diese Pole aus dieser Ursache, Pole des Aequators. Jeder Kreis auf der Kugel hat zwar seine eigne Ase und seine beiden Pole, die allen mit einander parallelen Kreisen gemein sind; allein die Ase und die beiden Pole des Aequators nent man vorzugsweise die Weltaxe und die Westpole; auch versteht man diese, wenn man schlechtweg von der Ase und den Polen redet. Die scheinbare tägliche Bewegung der Himmelshugel verändert die Lage der Sterne gegen einander nicht, sie hat ihren Grund in einer wirklichen Bewegung der Erde um ihre Ase, welche durch beide Pole der Erdoberfläche geht, und welche wir uns bis zu der eingebildeten Himmelshugel, an der wir die gedachte scheinbare Bewegung beobachten, verlängert vorstellen. Eine Person auf einem Schiffe das gewendet wird, hat eine ähnliche Erscheinung, sie glaubt, die Küsten und die andern herumliegenden Schiffe, in einem Kreis um sich herum bewegt zu sehen.

A 4

Diese

Wissenschaften in einer vortreflichen Abhandlung, die bei der Akademie den Preis erhalten hat, das Gegen-  
theil gezeigt.

Diese tägliche Bewegung gibt bloß Gelegenheit zu einer geringen Verrückung der Lage der Sterne gegen einander, welche aus zwei Ursachen, die von den Astronomen die **Strahlenbrechung**, und die tägliche **Parallaxe** genant werden, entsteht. Wenn wir die Sterne entweder bloß mit unsern Augen, oder durch Fernröhre betrachten, so sehen wir sie an der Stelle, welche der letzten Richtung des Strals, durch den wir sie sehen, entspricht; ungerechnet eine kleine Veränderung, welche die zusammengesetzte Bewegung des Lichts und der Erde verursacht, die man **Abirrung** der Lichtstralen, oder bloß **Abirrung** nent, und von der wir hernach reden werden. Allein jeder Lichtstral, wenn er schief auf die Atmosphäre fällt, wird, während seines ganzen Durchgangs durch dieselbe, beständig gekrümmt, und verändert dadurch seine Richtung, und mithin auch den scheinbaren Ort des Sterns. Der Unterschied zwischen seiner ersten und letzten Richtung ist die **Wir- kung** der Strahlenbrechung, und wird schlechthin **Refraktion** genent. Die **Parallaxe** wird von der Entfernung des Auges von dem Mittelpunkt der Erde verursacht. In der Astronomie bestimmt man den Ort eines Sterns an der Himmelskugel, durch eine gerade Linie aus dem Mittelpunkt der Erde, bis an den Mittelpunkt des Sterns, und nent dieses seinen geozentrischen Ort. Eine gerade Linie aus dem Auge durch den Stern, trifft auf einen andern Punkt des Himmels, wenn sie nicht die Verlängerung des Erdhalbmessers ist. Die Entfernung zwischen diesen beiden Punkten nent man die tägliche **Parallaxe**. Die **Refraktion** und die **Parallaxe** sind am Horizont am stärksten, und werden immer geringer, je höher der Stern am Himmel steigt, doch nicht nach einerlei Gesetzen \*). Da jeder

\*) Außerdem ist auch die **Parallaxe**, wenn der Stern in gleicher Entfernung von der Erde bleibt, alle Tage gleich groß, die **Refraktion** aber nach der Beschaffenheit der Luft verschieden.

jeder Stern der nicht selbst im Pol steht, vermöge der täglichen Bewegung seine Entfernung von dem Horizont beständig ändert, so sieht man, daß jene beiden Ursachen seinen scheinbaren Ort am Himmel verrücken müssen; die Parallaxe bringt ihn dem Horizont näher, die Refraktion entfernt ihn von demselben. Die letztere ist für alle Sterne, die in gleicher Höhe über dem Horizont stehen gleich groß, im Horizont selbst beträgt sie etwas mehr als einen halben Grad. Die erste hängt zugleich von der Entfernung des Sterns vom Mittelpunkt der Erde ab. Bei dem Monde, wenn er am Horizont steht, steigt sie manchemahl über einen Grad; bei den Planeten und Kometen beträgt sie nur einige Sekunden; bei den Fixsternen und selbst bei dem Uranus ist sie ganz unmerklich, schon bei dem Saturn, der doch nur halb so weit entfernt ist als der Uranus, steigt sie nie über eine Sekunde. Die Aberrazion läßt die Fixsterne alle Jahre eine mehr oder weniger abgeplattete Ellipse durchlaufen deren größte Ase nur 40 Sekunden beträgt.

Die Fixsterne haben noch um eine andre Ase eine Bewegung, die aber äußerst langsam ist, und in 25000 Jahren vollendet wird. Diese Ase ist die Ase eines größten Kreises der mitten durch den Tierkreis geht, und **Ekliptik** genant wird. Diese allen Fixsternen gemeinschaftliche Bewegung geht von Abend gegen Morgen, da die tägliche Bewegung die entgegengesetzte Richtung von Morgen gegen Abend hat. Man nent sie das **Vorrücken der Nachtgleichen**, oder auch bloß das Vorrücken; die Ursache dieser Bewegung wird man in der Folge sehen.

Noch gibt es eine andre sehr geringe scheinbare Bewegung, welche man die **Nutazion** oder das Schwancken der Ase nent; vermöge derselben beschreiben die Pole des Aequators einen kleinen Zirkel, oder vielmehr eine kleine Ellipse um zwei Punkte des Himmels, die man die mit-

lern Pole nent. Die beiden Axen dieser Ellipse sind sehr klein, die größere beträgt nur 18 die kleinere nur 13 bis 14 Sekunden. Auf diese Art haben die Sterne vielerlei scheinbare Bewegungen, die tägliche Umdrehung, das Vorrücken der Nachtgleichen, die Aberrazion der Lichtstrahlen und die Nutazion; alle diese Bewegungen sind indes keine wirklichen Bewegungen der Sterne, sondern sie haben ihren Grund in den Bewegungen der Erde.

Zu diesen kan man noch einige andere kleine scheinbare, und allen Sternen gemeinschaftliche Bewegungen rechnen, die von der Veränderung der Lage des Aequators und der Ekliptik gegen einander herkommen. Auch bemerkt man an mehreren einzelnen Sternen besondre Bewegungen, und man sieht immer mehr wie wahr der Abt De la Caille sagt: plus nous observons les étoiles fixes, moins nous les trouvons fixes. Diese letztern sind wirkliche Bewegungen der Fixsterne, die uns aber ihrer erstaunenden Entfernung wegen, sehr gering zu sein scheinen \*).

Den Planeten sind, ausser der mit den Fixsternen gemeinschaftlichen täglichen Umdrehung, noch große scheinbare Bewegungen eigen, die uns sehr irregulär zu sein scheinen. Die Sonne, die man deswegen sonst unter die Planeten rechnete, hat eine jährliche Bewegung in der Ekliptik von Abend gegen Morgen, vermöge welcher sie jeden Tag beinahe einen Grad durchläuft; doch gegen Ende des Decembers, wenn ihr scheinbarer Durchmesser

\*) Auch hierin hat die Astronomie Herscheln viel zu danken, der durch seine Beobachtungen Lamberts und anderer Muthmaßungen von der Bewegung ganzer Sonnensysteme bestätigt hat; so macht er zum Beispiel wahrscheinlich, daß sich unsre Sonne mit ihren Planeten und Kometen gegen den Herkules bewegt. d. U.

größer wird, geht sie geschwinder, langsamer aber gegen Ende des Junius, zu welcher Zeit ihr scheinbarer Durchmesser am kleinsten ist. Die Planeten haben ihre Bahnen dies- und jenseits der Ekliptik, doch gehen sie nie aus dem Tierkreise. Der Mond rückt täglich von Morgen gegen Abend, in einer fast fünf Grad gegen die Ekliptik geneigten Bahn. Die beiden Punkte in welchen die Bahnen der Planeten die Ekliptik durchschneiden, und welche um den halben Himmel von einander entfernt sind, nennt man **Knoten**. Der Mond vollendet seine Bahn in Rücksicht der Fixsterne \*) in etwas mehr als 27 Tagen, man nennt dieses den periodischen Monat, in dieser Periode verändert er seinen scheinbaren Durchmesser, und seine tägliche Geschwindigkeit in seiner Bewegung beständig. Ehe er wider zur Sonne kömmt, welche in dieser Zeit ebenfalls fortgerückt ist, braucht er 29 und einen halben Tag, man nennt dies den sinodischen Monat. Zwölf solcher Monate und noch fast elf Tage machen ein Jahr aus. In jedem Monat verändert der Mond seine Fasen, in der Opposition mit der Sonne ist er vol. Die Konjunktionen und Oppositionen dieser beiden Sterne, das ist, die Neu- und Vollmonde nennt man **Sizigien**.

Die Veränderung seiner Fasen, hat ihren Grund in seiner Stellung gegen die Sonne. Die Sonne erleuchtet allemahl etwas mehr als die Hälfte seiner Oberfläche; allein wir sehen die erleuchtete Hälfte nie ganz, außer in den Oppositionen. Sehr nahe bei den Konjunktionen sehen wir nur einen kleinen Teil davon, dies ist der zu- und abnehmende Mond, er wächst, so wie seine scheinbare Entfernung von der Sonne zunimmt.

Die Lage der Mondbahn verändert sich beständig, die Knoten derselben rücken jedes Jahr gegen Abend zu-  
rük,

\*) Bis er wider zu demselben Fixstern zurückkehrt. d. 11.

rückt, und durchlaufen den ganzen Zierkreis in fast achtzehn Jahren. Allein in seinem ganzen Laufe ist sehr viel Irregularität, welche die Rechnungen über seinen Ort zu einer vorgegebenen Zeit, erstaunt verwickelt machen. Wenn sich die Konjunktionen in der Nähe der Knoten eräugnen, so verdeckt er uns ganz oder zum Teil, die Sonne, in den Oppositionen wird er selbst in ähnlichen Fällen von der Erde verdunkelt, da er in ihrem Schatten rückt; die Ekliptik hat von diesen Erscheinungen ihren Namen erhalten.

Die übrigen Planeten rücken gewöhnlich von Abend gegen Morgen in dem Zierkreis fort, doch scheinen sie auch manchemahl zurückzugehen und still zu stehen, wiewohl sie in der That beständig vorrücken. Venus und Merkur, die untern Planeten wie man sie nent, weil sie weniger von der Sonne entfernt sind, als die Erde, entfernen sich nur um einen bestimmten Bogen von der Sonne, der bei dem Merkur ungleich kleiner ist als bei der Venus. Man sieht sie daher mit bloßen Augen nur des Morgens, wenn sie vor der Sonne aufgehen, und des Abends, wenn sie nach ihr untergehen. Merkur besonders ist äußerst selten sichtbar, da er fast immer von den Sonnenstrahlen verdeckt wird. Die vier übrigen Planeten, die man aus entgegengesetzten Gründen die obern nent, kommen mit der Sonne auch in Opposition. Eräugnen sich die Konjunktionen der untern Planeten mit der Sonne nahe genug bey der Ekliptik, so sieht man sie in Gestalt schwarzer Flecken vor der Sonnenscheibe vorübergehen; sehr selten ist unterdessen diese Erscheinung bei dem Merkur, und noch ungleich seltner bei der Venus. Alle diese Planeten durchlaufen die Ekliptik in Punkten, die in Beziehung auf die Erde, von wo wir sie sehen, sehr vielen Veränderungen unterworfen sind. Die Unregelmäßigkeiten von allen diesen Bewegungen, haben ihren Grund

Grund vorzüglich in der Verblindung ihrer wirklichen Bewegung um die Sonne, mit der Bewegung der Erde.

Auf der Sonne zeigen sich oft Flecken, und aus ihrer regelmäßigen Bewegung schliessen wir auf eine Umdrehung der Sonne um ihre Ase die in ungefähr 26 Tagen vollendet wird. Eben so wissen wir, daß sich Jupiter, Mars und der Mond um ihre Ase drehen; man vermutet es gleichfalls bei den andern Planeten, denn es ist noch sehr zweifelhaft, ob man es bei der Venus beobachtet hat \*).

Die Kometen haben eine scheinbare Bewegung, die uns sehr oft wie geradlinigt vorkommt, andernmahl macht sie eine sehr merkliche Krümmung; manchmahl ist sie im Anfang sehr langsam, und beträgt des Tages nur wenig Minuten, nimt aber darauf so stark zu, daß sie auf 40 bis 50 Grad steigt. Andernmahl findet gerade das Gegenteil statt, der Komet bewegt sich erstaunend geschwind wenn man ihn entdeckt, und rückt nach und nach immer langsamer fort. Es gibt Kometen deren Licht sehr hel ist wenn sie von der Sonnennähe kommen, und nach und nach verschwindet, jemehr sie sich von der Sonne entfernen; andre entdeckt man, wenn sie in großer Entfernung von der Sonne mit sehr schwachen Lichte scheinen, und sie werden alsdan immer heller, jemehr sie sich der Sonne nähern, bis sie sich hinter ihren Stralen verbergen. Man sieht sie in allen Gegenden des Himmels, und sie schränken sich auf keinen Tierkreis ein, wie einige berühmte Astronomen vermutet haben. Auch haben ihre Bewegungen keine gemeinschaftliche Richtung, wie die der Planeten. Ihr Schweif ist beständig von der Sonne abwärts gerichtet, mit einer geringen Neigung rückwärts und, wenn  
die

\*) Auch auf dem Saturn hat endlich Herschel Flecken entdeckt, durch deren Hilfe man nun bald die Länge des Saturntages wird bestimmen können. d. U.

die Kometen bei der Sonne sind, etwas gekrümmt. Sie werden rund, vorzüglich in den Oppositionen mit der Sonne, in welchem Fal der Schweif von dem Kometen verdeckt wird. Die großen Unregelmäßigkeiten ihrer Bewegung entstehen aus der Verbindung der Bewegung der Erde, und der Bewegung des Kometen um die Sonne, in einer sehr abgeplatteten Ellipse.

Auch die Bewegung des Lichts, hat einen Einfluss auf die scheinbare Bewegung der Planeten und Kometen, wir sehn sie nämlich nicht da, wo sie wirklich sind, sondern, wenn wir jezt die andern Veränderungen nicht rechnen, an dem Orte, wo sie sich befanden, als das Licht von ihnen ausging. Bei den Fixsternen die sich nicht merklich bewegen, findet sich dieser Irrtum nicht; bei dem Mond und den irdischen Gegenständen hebt er beinahe völlig die andre Wirkung von der Aberrazion der Lichtstralen auf.

## Zweiter Abschnitt.

### Von der Armillarsphäre und der künstlichen Himmelskugel.

Man hat die Armillarsphäre angegeben, um sich von den scheinbaren Bewegungen, und den daraus folgenden Erscheinungen einen deutlichen Begriff machen zu können. Man stellt sich zwei sphärische Flächen vor, eine unbewegliche und eine bewegliche, in deren gemeinschaftlichen Mittelpunkt sich die Erde befindet, die erste nent man das Firmament, die andere das Primum Mobile. Man macht hier die Erde unendliche Mahl größer, als sie im Verhältnis der Entfernung von diesen Flächen sein sollte, um sie bemerkbarer zu machen; auch nimt man an ihrer Stat eine vollkommne Kugel, ob sie gleich an den Polen etwas eingedrückt ist. Der Unterschied zwischen dem Durchmesser des Aequators und der Ape ist zu klein, als daß



daß man ihn an einer solchen Kugel ausdrücken könnte; man hält ihn insgemein für den 170sten oder 200sten Theil des Ganzen, doch ich glaube durch die Vergleichung der neuesten Messungen hinlänglich bewiesen zu haben, daß er geringer als der 340ste Theil ist, woraus folgt, daß man bei den astronomischen Beobachtungen gar nicht auf ihn zu achten braucht, einige seine Bestimmungen über die Mondsparrallare ausgenommen.

Man findet an der Armillarsphäre zehn Kreise, die fast alle durch platte Ringe, welche im lateinischen Armillae heißen, vorgestellt werden. Sechs derselben sind größte Kreise der Kugel, zwei an der unbeweglichen Fläche, die übrigen an der beweglichen. Die beiden ersten sind der Horizont und der Meridian, die vier andern größten Zirkel sind, der Aequator, die Ekliptik (welche mitten auf einem, den Tierkreis vorstellenden Gürtel gezogen ist) und die beiden Koluren. Die vier kleinern sind die beiden Wendekreise und die beiden Polarkreise.

Der Horizont teilt die Oberfläche der Kugel in zwei gleiche Theile, den obern und sichtbaren, und den untern unsichtbaren. Man nent dieses den wahren Horizont; der scheinbare oder scheinbare Horizont ist ein andrer Kreis, der mit jenem parallel durch das Auge des Beobachters geht; doch die Entfernung dieser beiden Kreise, die sehr merklich ist, in Rücksicht des Mondes, ist äußerst gering im Verhältnis gegen die Entfernung der übrigen Planeten von der Erde, und ganz unmerklich gegen die erstaunende Entfernung des Fixsternenhimmels. Man kan noch einen andern Horizont bemerken, er wird durch die Richtung des Auges bestimmt, die, wenn dasselbe über die Meeresfläche erhoben ist, sich eben so viel senkt, als das Auge sich erhebt; man nent dieses den sichtbaren Horizont. Ein Seefahrer darf ihn bei dem Gebrauch einiger Instrumente, zur Bestimmung der Höhe eines

eines Sterns über den Horizont, nicht aus der Acht lassen. Die Pole des Horizonts sind zwei Punkte, von denen einer senkrecht über uns steht, und Zenit genant wird, der andre entgegengesetzte heist Nadir. Man teilt den Horizont in Grade ab, und bemerkt darauf die Winde. Die vier Hauptwinde gehören zu den vier Kardinalpunkten des Horizontes; Norden ist der Mittagsseite entgegengesetzt, Süden für unsre Länder in der Gegend wo die Sonne des Mittags steht, Ost ist im Morgenpunkt, West im Abend. Zwischen diese vier legt man vier andre, Nordost, Südost, Nordwest, Südwest, dazu setzt man noch acht andre Nord-Nordwest, West-Nordwest u. s. f. Auf den gewöhnlichen Bussolen bemerkt man durch neue Einteilungen 32 Winde, manchmahl auch 64; eigentlich aber gibt es so vielerlei Winde, als der Horizont Punkte hat, das heist unendlich viel.

Der andre Zirkel an der unbeweglichen Kugel, heist der Meridian oder der Mittagskreis, weil wir allemahl Mittag haben, wenn sich die Sonne in demselben befindet. Er steht senkrecht auf dem Horizont, geht durch den Nord- und Südpunkt desselben, durch das Zenit und Nadir und durch die beiden Pole, wo die Axe an ihn befestigt ist; dieser Kreis teilt den Himmel in die östliche und die westliche Halbkugel; seine Pole sind die beiden Kardinalpunkte, der Ost- und der Westpunkt.

Der Aequator an der Armillarsphäre gehört zur beweglichen Kugel, man kan sich aber einen andern an der unbeweglichen Kugel denken, unter welchem sich der erste bewegt. Seine Pole sind die Weltpole. Er teilt den Himmel in die nördliche und in die südliche Halbkugel. Man teilt ihn in Grade ein.

Die Ekliptik ist mitten auf dem Tierkreis gezeichnet der etwas weniger als achtzehn Grad Breite hat. Sie ist gegen den Aequator um 23 Grad 20 Minuten geneigt, doch ist diese Neigung nicht beständig, und nach mehrern  
Jahr-

Jahrhunderten ist die Veränderung derselben sehr merklich. Die beiden Durchschnittspunkte der Ekliptik mit dem Aequator, heißen der Frühlings- und der Herbstpunkt. Man theilt den erstern Kreis wie den Aequator in Grade ein, und fängt diese an der Ekliptik sowohl als an dem Aequator bei dem Frühlingspunkte zu zählen an. Der Frühlingspunkt hat seinen Namen daher erhalten, weil sich die Sonne beim Antritt des Frühlings in selbigem befindet. Man zählt die Grade in beiden von Abend gegen Morgen, allein bei dem Aequator zählt man fort bis auf 360, bei der Ekliptik hingegen fängt man bei jedem dreißigsten Grade von neuem zu zählen an, um die zwölf Zeichen des Zierkreises zu bemerken. Bei dem Frühlingspunkte, in welchem die Ekliptik aus der südlichen Hemisphäre in die nördliche übergeht, fängt der Widder an. Die ersten drei Zeichen durch, entfernt sie sich vom Aequator bis auf 23 Grad 28 Minuten, darauf nähert sie sich ihm wider, bis gegen Ende des sechsten Zeichens, alsdan entfernt sie sich südlich eben so weit bis zu Ende des neunten Zeichens, endlich kömmt sie mit Ausgang des zwölften Zeichens wider zum Aequator zurück.

Wenn sich die Sonne in dem Frühlings- und Herbstpunkt befindet, ist auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich; die Aequinoctzien, oder Nachtgleichen, und der Aequator selbst, haben daher ihren Namen erhalten. Zu Ende des dritten und neunten Zeichens, wo sich die Sonne wider gegen den Aequator wendet, verändert sich ihre Entfernung von diesem Zirkel in mehreren Tagen nur sehr wenig; die Solstizen, oder Sonnenstillstände, haben daher ihren Namen. Da vermöge der jährlichen Bewegung der Sonne in der Ekliptik, und der täglichen Umdrehung der ganzen Himmelskugel, die Sonne jeden Tag durch einen andern Punkt des Meridians geht, und in den drei letzten und drei ersten Zeichen gegen unser Zenit hinauf  
B steigt,

steigt, in den sechs andern aber sich wider von demselben entfernt, so hat man jene die aufsteigenden, diese die absteigenden Zeichen genant. Man sieht daß es in der Ekliptik vier vorzüglich merkwürdige Punkte gibt, nämlich die, welche zu den Nachtgleichen des Frühlings und des Herbsts, und den Sommer- und Winter- Sonnenstillständen gehören. Man sieht auch daß die tägliche Bewegung der Sonne nicht völlig zirkular, sondern spiralförmig ist, und daß daher die Mittagsstunde, die man durch übereinstimmende Sonnenhöhen gefunden hat, eine kleine Verbesserung bedarf; wir werden hernach davon reden.

Der Durchschnittspunkt des Aequators mit der Ekliptik steht nicht immer an demselben Punkt des Fixsternenhimmels, sondern geht alle Jahre etwas zurück, und verursacht dadurch, daß die Nachtgleiche des folgenden Jahres etwas eher eintritt, ehe die Sonne ihren ganzen Umlauf, in Beziehung auf die Fixsterne vollender hat, und daß alle Fixsterne jährlich in Beziehung auf den Nachtgleichenpunkt, etwas gegen Morgen rücken. Dies ist der Ursprung des Namens, und die wahre Ursache jener sehr langsamen scheinbaren Bewegung, die man das Vorrücken der Nachtgleichen nent, wodurch alle Sterne jährlich von dem Frühlingspunkte, von dem man zu zählen anfängt, gegen Morgen rücken. Die Sterne durchlaufen in dieser Bewegung alle siebenzig Jahre ungefähr einen Grad.

Durch diese Bewegung haben die Zeichen des Tierkreises, in den zweitausend Jahren, die seit den Beobachtungen der alten Astronomen bis auf uns verfloßen sind, ihre Stelle so sehr verändert, daß nun der Widder steht wo sonst der Stier stand, der Stier wo die Zwillinge u. s. w. Aus dieser Ursache mus man zwei Tierkreise, einen eingebildeten und einen sichtbaren, unterscheiden. Der erste fängt mit dem Frühlingspunkt an, und  
die

die zwölf Teile der Ekliptik die zu ihm gehören, haben ihre alten Namen behalten, der andre enthält die Einteilungen in welchen die Bilder der alten Zeichen stehen, mit ihren Fixsternen und ihren Namen; allein man sagt, daß der und der Stern des Widders jetzt in dem und dem Grade des Stiers steht, und verbindet so die erste Benennung in dem sichtbaren Tierkreis, und die zweite in dem eingebildeten mit einander. Die Pole der Ekliptik stehen von den Polen des Aequators um 23 Grad 28 Minuten ab, um eben so viel nämlich, als sich die Ekliptik selbst von dem Aequator entfernt. Sie befinden sich in den Punkten, wo einer der beiden Koluren die Polarreise durchschneidet. Das Vorrückten aller Sterne geschieht um diese Pole, in Kreisen die mit der Ekliptik parallel sind; es folgt hieraus, daß sich die tägliche Bewegung verschiedner Fixsterne nach mehreren Jahrhunderten sehr verändert haben mus. Vermöge dieser Bewegung beschreiben die Fixsterne, die sich in der Nähe bei den Polen des Aequators befinden, nur kleine Kreise, die aber immer größer werden, je mehr sie sich dem Aequator nähern. In dem Schwanze des kleinen Bârs steht ein Fixstern, der jetzt von dem Nordpol noch nicht zwei Grad entfernt ist, und der daher den Namen des Polarsterns erhalten hat. Wir sehen ihn beständig in Norden, ohne daß man, wenn man ihn nicht genauer betrachtet, eine Veränderung in seiner Stellung bemerkte; da man doch in derselben Nacht, zu verschiedenen Stunden, und in derselben Stunde zu verschiedenen Jahreszeiten, die Stellung der andern Sterne, und den ganzen Anblick des Himmels, in Beziehung auf unsern Horizont und die irdischen Gegenstände, die uns umgeben, sehr verändert sieht. Aus dieser Ursache hat er den Seefahrern auch immer zum Führer gedient; jetzt ist er zu diesem Gebrauche noch besser geschikt, da er dem Pole näher steht; mehrere Jahrhunderte durch wird er sich ihm noch

nähern \*), allein nach zwölfstausend Jahren wird er uns im Meridian südlich stehen \*\*).

Die Koluren sind zwei größte Kreise, die sich in den Polen unter rechten Winkeln durchschneiden; die Ape geht daselbst durch sie hindurch. Sie sind hauptsächlich angebracht, um den Aequator, die Wende- und Polarkreise mit einander zu verbinden. Der eine geht durch die Aequinoxialpunkte und heist der Kolur der Nachtgleichen, der Kolur der Sonnenstillstände geht durch die beiden Solstizialpunkte der Ekliptik; der letztere geht auch zugleich durch die Pole der Ekliptik, wie schon oben gesagt worden ist.

Die Wendekreise sind zwei mit dem Aequator parallele Zirkel, die durch die Solstizialpunkte gehen, und daher überall von dem Aequator um 23 Grad 28 Minuten entfernt sind. Sie haben ihren Namen von dem griechischen Worte *Trepain* welches Umkehren bedeutet, weil sich die Sonne, wenn sie an diese Kreise gekommen ist, wider gegen den Aequator wendet. Einer von ihnen gehört zur nördlichen Halbkugel und heist der Wendekreis des Krebses, weil er durch den Punkt geht, wo sich das Zeichen des Krebses anfängt; der andre ist südlich, man nent ihn aus einer ähnlichen Ursache den Wendekreis des Steinbofs.

Die

\*) Bis auf das Jahr 2102; alsdan wird er dem Pol am nächsten stehen, und noch keinen halben Grad von ihm entfernt sein. d. U.

\*\*) So werden nach und nach immer andre Sterne zu Polarsternen werden; wenn man einen Stern von der fünften Größe nicht rechnen wil, so wird der, nächste, der Stern dritter Größe im Finie des Befus sein, der ungefähr in 2000 Jahren die Stelle des Polarsterns einnehmen wird, wiewohl er dem Pol nicht so nahe kommen wird, wie der jezige Polarstern. Ungefähr 2400 Jahr vor Christus Geburt, stand der Stern zweiter Größe im Schwanz des Drachen gerade im Nordpol. d. U.

Die Polarkreise sind zwei kleine Kreise die durch die Pole der Ekliptik gehen, sie sind gleichfalls mit dem Aequator parallel, und von dessen Polen überall um 23 Grad 28 Minuten entfernt.

Man mus sich noch mehrere andere Kreise denken, die man auf der Armillarsphäre, um sie einfacher zu machen, nicht mit angebracht hat, dergleichen sind an der unbeweglichen Kugel, die Stundenkreise, die Zenital oder Azimutalkreise und die Arktikantarats; in der beweglichen Kugel, die Abweichungs- und Breitenkreise, und die Parallelkreise mit dem Aequator und der Ekliptik.

Die Stundenkreise gehen durch die Pole des Aequators, es sind ihrer zwölf für die ganzen Stunden, und sie durchschneiden den Aequator von 15 zu 15 Graden. Man hat Mittag oder Mitternacht, wenn die Sonne unter oder über dem Horizont in dem Meridian kömmt; ein, zwei, drei ff. Uhr, wenn die Sonne in dem ersten, zweiten, dritten ff. dieser Kreise ist. Die Zahl der mittlern Stundenkreise ist unendlich, da man sich für jeden Augenblick einen denken kan. Denkt man sich für jeden Augenblick einen Halbkreis in der unbeweglichen Kugel, der durch beide Pole und die Sonne geht, so gibt der Winkel, den dieser Kreis mit dem Meridian macht, die Stunde an, wenn man auf jeden Grad des Winkels vier Minuten Zeit, auf jede Minute des Winkels vier Sekunden Zeit u. s. f. rechnet, weil nämlich die Sonne alle 360 Grade in 24 Stunden durchläuft, so kommen 15 Grad auf eine Stunde u. s. f. Hieraus sieht man, wie man Teile der Zeit in Bogen des Aequators, und umgedreht, verwandeln kan, für das Erste gibt man jeder Stunde, Minute, Sekunde ff. 15 Grad, Minuten, Sekunden ff. für das zweite, jedem Grad, jeder Minute, Sekunde ff. 4 Minuten, Sekunden, Terzen ff. Allenmahl gibt der Winkel am Pol die Stunde, und wenn man an einem bestimmten Ort, an einem gegebenen Tag die Höhe

der Sonne über dem Horizont weis, so findet man durch die Trigonometrie den gedachten Winkel und daraus die Stunde.

Um diesen Winkel auf der Armillarsphäre zu bestimmen bringt man manchemahl an den Meridian einen kleinen Kreis an, der um den Pol herum geht, und in Stunden eingetheilt ist; an die Aze, die deswegen über den Meridian herausgeht, befestigt man einen Zeiger, der sich mit der beweglichen Kugel herumdreht. Man mus aber verhindern, daß sich die Erde nicht mit dieser Aze dreht, und daß der gedachte Kreis und Zeiger die Stellung des Meridians und seiner Pole gegen den Horizont nicht verrücken können. Diese Kreise geben die Zeit an, welche zu einem bestimmten Theil der Ummwälzung der Kugel gehört. Allein man mus bemerken, daß dieses nicht die wahre Sonnenzeit ist, die nicht alle Tage das ganze Jahr durch gleich groß, allemahl aber länger ist, als die Sternzeit. Die tägliche Umdrehung des Himmels, die von der Umdrehung der Erde um ihre Aze verursacht wird, geschieht beständig in derselben Zeit, wenigstens wissen wir keinen Grund das Gegentheil davon zu vermuten, ob es gleich auch noch keinen Beweis davon gibt. Allein, wenn heut ein Punkt des Fixsternenhimmels, bei dem gestern die Sonne war, in den Meridian kömmt, so ist die Sonne nun nicht mehr da, sondern beinahe einen Grad gegen Morgen fortgerückt, daher kömmt sie erst fast vier Minuten später in den Meridian, und ein Tag Sternzeit ist fast vier Minuten kürzer, als ein Tag Sonnenzeit.

Dieser Unterschied des Sonnentages und des Stern-  
tages ist nicht alle Tage das ganze Jahr durch gleich groß,  
und das aus drei Ursachen: 1) weil die Sonne nicht alle  
Tage in der Ekliptik um eine gleiche Anzahl Minuten und  
Sekunden fortrückt, 2) weil die Ekliptik nicht in allen ih-  
ren



ren Theilen der Richtung, welche die tägliche Umdrehung hat, völlig entgegen gesetzt ist; in den Solstizen ist sie es, allen den übrigen Punkten ist ihre Richtung gegen den Aequator geneigt, und in den Nachgleichichen ist der Neigungswinkel am größten. 3) Weil ein Grad der Ellipsis, der in den Aequinozien einen bestimmten Bogen der täglichen Umdrehung oder des Aequators gleich ist, in den übrigen Parallelen größer ist, und dieser Unterschied wird in den Solstizen unter den Wendekreisen am größten. Daher folgt der Unterschied zwischen der mittlern und wahren Sonnenzeit. Ein wahrer Sonnentag beträgt die Zeit, die wirklich zwischen zwei nächsten Mittagen verfließt; und diese ist zu verschiedenen Zeiten des Jahres verschieden. Eine gleichförmige Messung der Zeit ist zum Gebrauch bei den astronomischen Rechnungen ungleich geschickter. Aus dieser Ursache denkt man sich eine andre Sonne, welche ihre täglichen Umdrehungen mit beständig gleichförmiger Geschwindigkeit vollbringt, und so alle Ungleichheiten der wahren Sonnenzeit aufhebt; die Zeit, welche zu dieser Sonne gehört, nennt man die mittlere. Also ist ein Tag bald länger bald kürzer als ein wahrer Tag. Er ist um 3 Minuten 56 Sekunden länger als ein Sterntag. Man stellt sich vor, daß beide Sonnen zu gleicher Zeit von einem Meridian ausgehen, und nennt nun die Größe, um welche in jedem andern Augenblick, die wahre Zeit der einen von der mittlern Zeit der andern unterschieden ist, die **Gleichung**. Da man diesen ersten Augenblick des gemeinschaftlichen Ausrückens aus dem Meridian nach Gefallen annehmen kan, so kan man auch sehr verschiedene Tafeln für die Gleichung der Zeit auf alle Tage des Jahres berechnen, und sich derselben zur Reduktion der wahren Zeit in die mittlere, und umgekehrt, bedienen. Man kan die Tafeln so einrichten, daß diese Gleichung für eine von beiden Operationen beständig positiv oder beständig negativ,

tif, oder bald positiv, bald negativ ist; durch welches letztere ihr Maximum um die Hälfte vermindert wird. Man macht sie gewöhnlich auf die letzte Art, weil man sie unmittelbar aus einer leichtern Rechnung findet. Ist diese Gleichung für die eine von beiden Operationen positiv, so ist sie für die andre negativ. In der Pariser Connoissance des temps \*) wird jeden Tag die mittlere Zeit an dem wahren Mittage bemerkt, und aus dieser Angabe findet man das, was man zu beiden Operationen braucht. Man bedient sich derselben nicht bloß zu astronomischen Rechnungen, sondern auch zu Berichtigung des Gangs der Uhren, welche heut zur Tage mehr als die Sonne gebraucht werden, um die so nützliche Gleichförmigkeit in einer guten Messung der Zeit zu erhalten.

Für einen Seefahrer ist dieser Unterschied zwischen der mittlern und der wahren Zeit sehr nothwendig. Vorzüglich mus man sie, und die Differenz der mittlern Sonnenzeit von der Sternzeit wissen, wenn man aus der beobachteten Höhe eines Fixsterns die Stunde zu wissen verlangt. Auch in der ganzen Astronomie unterscheidet man eine mittlere gleichförmige Bewegung, von einer wahren ungleichförmigen, und gebraucht die Gleichung, welche die Differenz zwischen beiden angibt, und die Ungleichheiten der letztern zu berichtigen dient. Man berechnet erst den mittlern Ort, nach der mittlern Bewegung, die zu der mittlern Zeit gehört, welche nach einer Epoche verflossen ist, für welche man einmahl den mittlern Ort bestimmt hat, und alsdan macht man die Berichtigung, die man aus einer oder mehrern Tafeln der verschiedenen Gleichungen nimt, welche alle Ungleichheiten, die sich in der Bewegung eines Planeten finden, enthalten. Die große Anzahl die-

ser

\*) In den Berliner astronomischen Jahrbüchern. d. U.

ser Gleichungen macht die Berechnung für den Mond so lang und so verwickelt \*).

Die Vertikalkreise gehen durch das Zenit und Nadir, und bestimmen das Azimut eines Sterns. Diesen Namen gibt man dem Punkte des Horizonts über welchem ein Stern steht. Auf eine leichte Art kan man ihn bestimmen, wenn man einen Faden senkrecht bis auf den Horizont herabhängen läßt, und das Auge so hält, daß der Faden durch den Stern geht; die Fläche, welche durch das Auge und den Faden geht, bezeichnet am Himmel einen Vertikalkreis, und am Horizont das Azimut des Sterns. In diesen Kreisen nimt man auch die Erhöhung eines Sterns über dem Horizont, oder seine Höhe, und seine Entfernung vom Zenit, welche der ersten Komplement,

B 5

ment,

- \*) Für die Hauptplaneten ist die Rechnung weit einfacher. Man hatte sonst nur Eine Gleichung, hernach hat man mehrere kleine hinzugesetzt, die aus der gegenseitigen Anziehung herkommen; diese sind vorzüglich bei dem Jupiter wichtig, weil die Verfinsterungen seiner Trabanten auch von den Ungleichheiten in seiner Bewegung abhängen. Allein, wenn man aus ihrer mittlern Bewegung und den Gleichungen ihren heliozentrischen Ort (an dem sie nämlich stehen würden, wenn man sie aus der Sonne sehen könnte) gefunden hat, so muß man daraus ihren geozentrischen herleiten. Man findet diesen vermittelst eines ebenen Triangels, dessen Spitzen in der Sonne, in dem Planeten und in der Erde sind; da man die Bewegung der Erde und der Planeten um die Sonne kent, so weiß man zwei Seiten, welches die Entfernungen der letztern von den erstern sind, und den Winkel den sie einschließen; man findet daraus die Entfernung des Planeten von der Erde, und den Winkel an derselben, daraus ergibt sich der geozentrische Ort des Planeten. Man hat auch besondre Tafeln für die Bewegungen der Jupiterstrabanten, mit den Gleichungen, um die Ungleichheiten in denselben berichtigten, und die Zeit der Verfinsterungen berechnen zu können.

ment, das ist, Ergänzung zu 90 Graden ist; so wie man auch in demselben Zirkel die Tiefe eines Sterns unter dem Horizont bestimmen mus. Die Amplitude ist die Entfernung des Aufgangspunktes vom Morgen- oder des Untergangspunktes vom Abendpunkte. Man sieht leicht, daß in dem wahren Augenblick des Auf- oder Untergangs eines Sterns seine Höhe Null ist, und daß sein Azimut seine Morgenweite bestimmt, in dem östlichen Halbkreise des Horizonts; und ein andres die Abendweite, in dem westlichen Halbkreise. Die Höhe wird durch die Parallaxe vermindert, und durch die Refraktion vermehrt, beide geschehen in demselben Vertikalkreise, wenn man die Erde sfärisch annimt. Auch die Morgenweite wird durch sie unrichtig, ob sie gleich das Azimut nicht verändern, ausser was die Zeit betrifft, weil sie den Augenblick des scheinbaren Auf- und Untergangs ändern, den ersten beschleunigen sie, und den letzten verspätigen sie um mehrere Minuten. Bei der Seefahrt braucht man das Azimut und die Amplituden um die Abweichung der Magnetrnadel bestimmen zu können.

Unter den Vertikalkreisen ist der merkwürdigste der Meridian, in welchem die Höhe eines Pols, und die Tiefe des andern unter dem Horizont, gemessen wird; da aber dieser schon einen Namen hat, so nent man den ersten Vertikalkreis denjenigen, der auf ihn senkrecht steht, und durch die beiden Kardinalpunkte des Horizonts im Morgen und im Abend gezogen wird. Wenn man die Höhe in einem Vertikalkreise beobachtet, so kan man, wie wir schon gesagt haben, daraus die Stunde bestimmen, beobachtet man sie aber in dem Meridian selbst, so dient sie die Breite eines Orts zu finden, wovon wir hernach reden werden. Diese Höhe eines Sterns im Meridian, wenn er zwischen dem Pol und dem Südpunkt des Horizonts zu stehen kömt, ist überhaupt die größte Höhe, auf die er steigen kan, daher nent man dieses die **Kulmina-**  
**zion**

zion eines Sterns, von dem lateinischen Wort Culmen; allein in dem übrigen Theile des Meridians, zwischen dem Pol und dem Nordpunkt des Horizonts, ist seine Höhe ein Kleinstes, Die Höhe verändert sich wenig, wenn der Stern in der Nähe des Meridians steht, am meisten aber bei dem Vertikalkreise. Aus dieser Ursache darf man sich der Höhen in der ersten Stellung nicht bedienen, um die Stunde daraus zu bestimmen, ungleich geschickter zu dieser Absicht ist die letztere Stellung, wenn die Höhe in diesem Kreise nicht zu gering ist, weil sie sonst, wegen der Ungewisheit und Unbeständigkeit der Strahlenbrechung bei dem Horizont, fehlerhaft wird.

Eine gute Refraktionstafel ist dem Astronomen vorzüglich nothwendig. Man hat dergleichen berechnet, und man ist, in Ansehung der Refraktion, in einer Entfernung mehrerer Grade von dem Zenit, hinlänglich übereinstimmend. Allein in einer größern Entfernung ist man noch sehr ungewis, so wohl was die mittlere Refraktion, als was die Berichtigungen anbetrifft, die man für jeden Stand des Barometers und Thermometers noch damit vornehmen mus. Man könnte ein vorrefliches Instrument verfertigen, wodurch sich alles dieses bestimmen läßt, ohne eine einzige Hypothese dabei anwenden zu dürfen, wie man gewöhnlich zu tun genöthigt ist. Tycho hatte ein ähnliches, allein es war weit unvollkommner als man es jetzt machen kan, welches ohne Vervollkommen der Pendel nur wenig Nutzen haben würde \*). Es besteht dieses Instrument aus einem großen Azimutalkreis, ungefähr wie der Horizont an einer Armillarsphäre, mit einer senk-

\*) Ich habe von diesem Instrumente und von seinem vortheilhaften Gebrauch bei der Bestimmung der Refraktionen weitläuftiger gehandelt, in der zehnten Abhandlung des zweiten Bandes und in der sibenten des vierten Bandes meiner optisch-astronomischen Schriften.

senkrechten Aze, an welcher ein vertikaler Quadrant befestigt ist, so daß er sich um selbige drehen kan. An diesem Instrument würde eine einzige Beobachtung, das Azimut, auf welches die Refrakzion keine Wirkung hat, und die scheinbare Höhe, die bei den Fixsternen bloß durch die Refrakzion verändert wird, geben; daraus fände man die Lage des Meridians. Wenn man eine gute Pendeluhr zur genauen Messung der Zeit dabei hätte, so würde man dadurch die Polhöhe, die wahre Entfernung des Fixsterns vom Pol, und seine wahre Höhe für einen gegebenen Augenblick finden, und das alles unabhängig von irgend einer Hipothese, ausgenommen daß man die Gleichförmigkeit in der täglichen Umdrehung binnen 24 Stunden voraussetzt, welche gewis genug ist. Vermittelt der Trigonometrie fände man alsdan die wahre Höhe des Fixsterns für einen gegebenen Augenblick; der Unterschied zwischen der berechneten und der beobachteten Höhe würde die Refrakzion angeben, und da man eine sehr große Anzahl von dergleichen Beobachtungen in Einer Nacht machen kan, so würde man zu aller erwünschten Sicherheit über diesen Gegenstand gelangen können. Ein solches Instrument würde in allen Theilen der Astronomie mit großem Vortheil angewendet werden können.

Die Almikantarats sind Parallelfreise des Horizonts, und haben daher das Zenit und Nadir zu ihren Polen. Alle Sterne die sich in Einem Almikantarat befinden, stehen gleich hoch. Unter diesen Kreisen ist einer vor andern merkwürdig; er gehört zur Bestimmung der Dämmerung. Man zieht ihn achtzehn Grad unter dem Horizont, weil man glaubt, daß die Morgendämmerung anfängt, und die Abenddämmerung aufhört, wenn die Sonne in dieser Entfernung von dem Horizont steht. Doch verändert sich dieser Abstand mit der Beschaffenheit der Atmosphäre. Auch wenn man diese achtzehn Grad annimmt, ist  
die

die Dauer der Dämmerung zu verschiedenen Jahreszeiten verschieden. Unterdeffen berechnet man ihre Dauer nach dieser Hipotese, und bestimt auch ihr Kleinstes, für jede Polhöhe.

In der beweglichen Kugel sind die Breiten- und Abweichungskreise, die Parallelzirkel mit der Ekliptik und dem Aequator; sie sind sehr wichtig, da man durch sie die Lage der Gestirne auf zwei verschiedene Arten bestimmen kan, nämlich entweder durch die Länge und Breite, oder durch die gerade Aufsteigung und Abweichung; beidemus man wohl kennen, und von einander unterscheiden. Die Breitenkreise gehen durch die Pole der Ekliptik, und stehen daher auf die letztere senkrecht; die Abweichungskreise gehen durch die Pole des Aequators, und stehen auf diesem perpendicular. Die Länge ist der Bogen der Ekliptik, vom Anfangspunkte des Widders gegen Morgen, bis an den Halbkreis der Breite, der durch den Stern geht, das ist, bis an den Punkt der Ekliptik, der ihm gegenüber steht. Die Breite ist der Bogen des gedachten Halbkreises, der zwischen den Stern und der Ekliptik enthalten ist, also seine Entfernung von der Ekliptik. Die gerade Aufsteigung ist der Bogen des Aequators, der von dem Anfangspunkte des Widders gegen Morgen bis an den Halbkreis der Abweichung geht, der durch den Stern gezogen worden, und die Abweichung ist wider der Bogen dieses Kreises zwischen dem Stern und dem Aequator. Wenn die Länge und Breite eines Sterns und die Neigung der Ekliptik bekant sind, so findet man durch die sfärische Trigonometrie die gerade Aufsteigung und Abweichung; und so auch umgekehrt. Die beiden letztern sind vorzüglich wichtig für einen Seefahrer, besonders die zweite derselben, weil sie dient, aus der bekanten Höhe eines Sterns im Meridian, die geographische Breite eines Orts zu finden, wovon wir hernach reden werden. Nermitteltst der geraden Aufsteigung bestimt man für alle Tage  
des

des Jahres den Augenblick in welchem ein Stern in den Meridian kömmt. Man sieht leicht, daß die Länge und die gerade Aufsteigung fortgezählt werden bis auf 360 Grad, daß hingegen die Breite und Abweichung nicht höher, als auf neunzig Grad gegen den Nordpol und Südpol steigen kan; auch mus man nördliche Abweichung und Breite, und südliche Abweichung und Breite von einander unterscheiden.

Alle Abweichungskreise gehen nach und nach in 24 Stunden unter jedem der Stundenkreise durch, und bringen daher jeden Punkt der Ekliptik unter den Meridian; man beobachtet daselbst die Abweichung der Sonne für den Augenblick wenn sie sich in demselben befindet. Das Vorrücken der Nachtgleichen, eine zwar ebenfalls große aber sehr langsame Bewegung, geschieht in Kreisen, welche mit der Ekliptik parallel sind. Die Fixsterne haben daher nur eine sehr kleine Veränderung der Breite, die von andern kleinen scheinbaren Bewegungen bewirkt wird, und so viel man an einigen Sternen der ersten Größe bemerkt hat, auch von einer wirklichen Bewegung, die zwar in der That sehr langsam ist, nach mehreren Jahrhunderten aber doch sehr merklich wird.

Die Parallelzirkel des Aequators sind die Kreise, in welchen die tägliche Umdrehung geschieht, und über jedem derselben kan man sich einen andern in der unbeweglichen Kugel denken, der binnen 24 Stunden von jedem Punkt der beweglichen Kugel an jener Oberfläche beschrieben wird. In diesen Parallelkreisen berechnet man die Tagebogen und Nachtbogen, dies sind ihre beiden Teile, die, wenn sie von dem Horizont geschnitten werden, sich über und unter demselben befinden.

Die Wende- und Polarkreise sind Zirkel von der letztern Gattung. Sie bestimmen die Zonen, deren fünf sind,



sind, eine heiße, welche die Sonne nie verläßt, zwei gemäßigte, die auf beiden Seiten von den Wendekreis und Polarkreisen eingeschlossen werden, und zwei kalte Zonen; letztere sind nicht so wohl Zonen (Gürtel) als vielmehr eine Art Wüsten, die überall von den Polarkreisen begrenzt sind. Auf der Oberfläche der Erde sind sie für die Geographie äußerst wichtig; sie haben ihren Namen von der ungleichen Wärme die in ihnen herrscht, erhalten.

Zwei andere Kreise von dieser Gattung schließen die Sterne ein, die entweder beständig über unserm Horizont erheben sich, oder nie über demselben aufgehen. Diese gehören zur schiefen Sphäre; doch bevor wir von den verschiedenenstellungen der Sphäre sprechen können, müssen wir noch einiges von den Zirkeln, die man in Gedanken auf der Oberfläche der Erde zieht, erinnern.

Man denkt sich auf derselben, wie wir schon gesagt haben, den Aequator mit seinen Polen und seinen Parallellkreisen; unter diesen die beiden Wendekreise; ferner die heiße Zone zwischen den Wendekreisen; die beiden gemäßigten zwischen den Wendekreis und Polarkreisen; und die beiden kalten Zonen die von den Polarkreisen eingeschlossen werden. Auch denkt man sich von einem Pol bis zum andern gezogene Halbkreise, die daher den Aequator unter rechten Winkeln durchschneiden; man nennt sie Meridiane, weil alle Derter, die unter Einem Erdmeridian liegen, zu gleicher Zeit Mittag haben. Unter diesen Meridianen wählt man einen, und nennt ihn den ersten Meridian, von ihm an rechnet man die Länge der Derter, welche nichts anders ist, als der Bogen des Aequators, der zwischen dem Meridian, der durch einen bestimmten Ort geht, und dem ersten Meridian, enthalten ist; gewöhnlich wird die Länge östlich gerechnet, das heißt, man mißt den Bogen des Aequators zwischen den beiden gedachten Meridianen, der den ersten Meridian gegen Morgen

gen ligt. Der Bogen eines Erdmeridians zwischen einem unter ihm befindlichen Orte und dem Aequator, heist dieses Orts **Breite**; die Breite eines Orts ist also seine Entfernung vom Aequator. Man sieht hieraus, daß Länge und Breite auf der Erde nicht das sind, was Länge und Breite am Himmel ist, erstere kommen vielmehr mit der geraden Aufsteigung und Abweichung überein. Der erste Meridian ist in den französischen Karten zwanzig Grad westlich von Paris gezogen; er ist sehr wenig von dem unterschieden, der durch das Westende der Insel Ferro geht, und welcher nach dem Befehl Ludwigs XIII. der erste sein sollte. Die Länge auf diese Art gerechnet, geht bis auf 360 Grad, und ist beständig östlich, die Breite hingegen steigt nicht über neunzig Grad, und ist entweder nördlich oder südlich. Man rechnet die Länge auch nach Stunden, so daß funfzehn Grad eine Stunde betragen; man sieht daß an Orten, die eine um 15, 30, 45 Grad größere oder kleinere Länge haben, auch ein, zwei, drei Stunden eher oder später Mittag sein mus, und daß, wenn man die Stunde weis, die man an zwei Orten zu gleicher Zeit zählt, man daraus leicht den Unterschied der Längen finden kan. Die Engelländer zählen ihre Längen von dem Londner Meridian, und unterscheiden östliche und westliche Länge. Auch die französischen Astronomen zählen die Längen von dem Meridian der pariser Sternwarte. Antipoden nent man Orter die um den Durchmesser der Erde von einander entfernt sind, ihre Längen sind um 180 Grad unterschieden, ihre Breiten sind gleich, aber entgegengesetzt, die eine südlich die andre nördlich.

Es gibt drei Stellungen der Sfäre, die gerade, die schiefe, und die parallele. In der geraden (senkrechten) Sfäre, so wie sie alle unter dem Aequator (der Linie) wohnende Völker sehen, liegen die Pole in dem Horizont, welcher den Aequator und alle seine Parallelskreise unter rechten

rechten Winkeln in zwei gleiche Theile theilet. Alle Tag- und Nachtbogen sind von 180 Grad, daher ist immer eine Hälfte der Gestirne über, und die andre unter dem Horizont; alle Sterne gehen täglich auf und unter, und zwar senkrecht auf den Horizont. Es ist daselbst eine immerwährende Tag- und Nachtgleiche, wenn man eine geringe Verlängerung des Tages, die von der Refraktion und der Senkung des sichtbaren Horizonts verursacht wird, nicht rechnen wil. Zweimal des Jahres steht die Sonne des Mittags im Zenit, nämlich in den Aequinoctien; der Mittelpunkt der Sonne ligt alsdan selbst im Zenit, wenn das Aequinoctium in dem Augenblick des Mittags eintritt.

Die parallele Sphäre gehört zu den beiden Erdpolen. Einer von den Himmelspolen ist im Zenit, der andre im Nadir; der Aequator ist im Horizont, und alle Parallelkreise der täglichen Bewegung, sind dem Horizont selbst parallel. Man sieht daselbst beständig Eine Hälfte der Himmelsfläche, die andre ist beständig unter dem Horizont. Die Fixsterne gehen nie auf und nie unter. Für einen Einwohner des Nordpols gehen die Planeten auf, wenn sie durch den Aequator gehen, und ihre südliche Abweichung in nördliche verwandeln, und sie gehen nicht eher wieder unter, als bis sie wider durch den Aequator gehen. Eben so geht die Sonne in der Frühlingsnachtgleiche auf, und macht ein Halbjahr Tag, im Herbstaequinoctium geht sie wider unter, und macht eine Nacht von sechs Monaten; unterdessen wird diese lange Nacht durch zwei Dämmerungen von beinahe 50 Tagen, und durch den Mond, der während jeder Revolution 14 Tage über den Horizont bleibt, etwas verkürzt. Dieses Schauspiel ist für keinen Menschen, da beide Pole unbewohnbar sind.

Die schiefe Sphäre findet für alle übrigen Punkte der Erdoberfläche stat, und sie ist, nach dem der Ort mehr oder weniger von dem Aequator entfernt, ist, mehr oder weniger

niger schief. Einer der beiden Pole befindet sich über dem Horizont, zwischen diesem und dem Zenit, der andere, unter dem Horizont, steht zwischen diesem und dem Nadir. Der Pol welcher bei uns sichtbar ist, ist der Nordpol, er steht nördlich von unserm Zenit, der Aequator südlich. Die Entfernung des Aequators von dem Zenit, ist eben so groß als die Breite des Orts, und allemahl der Polhöhe gleich, da eine so wohl als die andre, die Ergänzung des Bogens ist, um welchen das Zenit von dem Pol absteht; eben so ist die Höhe des Aequators die Ergänzung des Bogens, um welchen der Aequator von dem Zenit absteht, sie ist daher der Entfernung des Pols von dem Zenit gleich, und so die Ergänzung der Polhöhe und der Breite. Man sieht daher, daß wenn man die Abweichung eines Sterns weis, und seine Höhe im Meridian beobachtet, man durch die Ergänzung dieses Bogens, welche des Sterns Abstand vom Zenit ist, leicht die Entfernung des Aequators vom Zenit, und dadurch die Breite des Orts findet.

In der schiefen Sphäre wird der Aequator allemahl, die Schiefe mag so groß oder so klein sein als sie wil, von dem Horizont in zwei gleiche Teile geteilt; die übrigen Parallelkreise hingegen werden um so ungleicher geschnitten, je weiter sie von dem Aequator entfernt sind, bis man auf den kömt, welcher den Horizont berührt. Dieser schließt alle Sterne ein, welche entweder immer über dem Horizont stehen, oder nie über denselben heraussteigen. Die andern Parallelkreise werden so von dem Horizont geschnitten, daß die Tagbogen und Nachtbogen einander ungleich sind. Daher ist in den Aequinoctzien für alle Teile der Erde, Tag und Nacht einander gleich.

Je weiter die Aequinoctzien entfernt sind, destomehr werden die Tage und Nächte einander ungleich. Der längste Tag für uns, die wir die nördliche Halbkugel der Erde bewohnen, ist, wenn sich die Sonne in dem Solstiz des Krebses befindet; der kürzeste in dem entgegengesetzten Stande

Stande der Sonne, wenn sie in dem Solstiz des Steinbocks ist. Unter den Polarkreisen verschwindet die Nacht zwischen zwei auf einander folgenden Tagen; und je mehr man sich den Polen nähert, desto größer wird die Anzahl der Tage, oder der Monate, die einen einzigen Tag ausmachen, wenn sich die Sonne in dem ersten Solstiz befindet; eben so verhält es sich in Rücksicht der Nacht, wenn die Sonne in dem andern Solstiz steht. Für die Bewohner der südlichen Halbkugel finden dieselben Erscheinungen stat, nur in entgegengesetzter Ordnung. Die Dauer des längsten Tages bestimmt die *Klimate*. Die beiden Paralleltreise (der nördliche und südliche) unter welchen der längste Tag zwölf und eine halbe Stunde lang ist, begränzen das erste Klima; wo der längste Tag dreizehn Stunden lang wird, hört das zweite Klima auf; und so zählt man von halben Stunden zu halben Stunden fort, bis auf den Polarkreis, welcher das vierundzwanzigste Klima begränzt. Man zählt noch sechs andre bis an die Pole, in welchen der Unterschied des längsten Tages einen Monat beträgt. Also sind dreissig Klimate auf jeder Halbkugel.

Die Klimate tragen viel dazu bei, die Wärme und Kälte eines Landes zu bestimmen. Im allgemeinen sind die Länder, die am weitesten von dem Aequator entfernt sind, auch am kältesten. Denn die Strahlen der Sonne, die daselbst nicht so hoch über den Horizont steht, müssen einen größern Weg durch die Atmosphäre zurücklegen, wodurch sie sehr geschwächt werden, auch fallen weniger Strahlen auf die Oberfläche der Erde, weil letztere mit der Richtungslinie der ersteren einen schiefen Winkel macht. Diese beiden Ursachen, und der längere Aufenthalt der Sonne über dem Horizont, verursachen auch den Unterschied zwischen der Wärme des Sommers und der Kälte des Winters; und zum Glück für unsre Halbkugel ist die Sonne in unserm Sommer weiter von der Erde entfernt als in unserm Winter, da in Rücksicht der südlichen Halbkugel das Ge-

gentheil stat findet \*). Allein durch die besondre Beschaffenheit der Orter leidet diese allgemeine Regel eine große Einschränkung. Gebirge, Beschaffenheit der Luft und Winde verändern viel. Die Bergkette der Cordilleras in Peru, mitten in der heißen Zone, sind beständig mit Schnee bedeckt. Quito, beinahe unter dem Aequator, genießt einen immerwährenden Frühling. In dem miternächtlichen Amerika ist in demselben Klima die Kälte ungleich strenger als bei uns \*\*).

Auf dem Globus zölestis zieht man alle Kreise der beweglichen Kugel, den Aequator, die Ekliptik, die Wende- und Polarkreise, die beiden Koluren, und außerdem noch Abweichungs- und Breitenkreise, mit den zur Ekliptik und dem Aequator, oder nur zu einem von beiden gehörigen Parallelskreisen. Ein in einem festen Horizont ruhender Meridian trägt die Kugel an beiden Polen. Einen ähnlichen Meridian und Horizont macht man für den Globus terrestrio; man beschreibt auf demselben den Aequator, die Wende- und Polarkreise, Parallelskreise des Aequators, und Meridiane von zehn zu zehn, oder von fünf zu fünf Graden.

Auf dem Globus zölestis verzeichnet man die Sternbilder und trägt die Fixsterne an ihren Stellen ein; da sie aber nicht immer einerlei Stellung gegen den Aequator behalten, so mus man sich alle Fixsterne, rückwärts oder vorwärts, parallel mit der Ekliptik, fortgerückt denken (in dem Verhältnis daß auf 72 Jahr ein Grad kömmt), nachdem die Zeit für welche man den Stand der Fixsterne wissen wil, der Epoche für welche der Globus gemacht ist, vorhergeht oder folgt; so wie auch die Neigung der Ekliptik gegen

\*) Auf die Wärme unsrer Jahreszeiten hat wohl dieser Unterschied in der Entfernung der Sonne keinen Einfluß; alles was er verursacht, ist daß unsre Sommer um einige Tage länger sind, als unsre Winter. d. II.

\*\*) Und in dem südlichen in gleicher Breite. d. II.

gegen den Aequator nach einem langen Zeitraum sich um etwas ändert. Diese Ursachen, so wie auch überhaupt die geringe Größe der Maschine, machen, daß man die Auflösung der A. haben, für welche man sich derselben bedient, nur beinahe erhält; für eine größere Genauigkeit werden nochwendig die scharfsche Trigonometrie und berichtigte Elemente erfordert.

Es gibt eine Menge Aufgaben, die man, wenn keine große Genauigkeit verlangt wird, durch die Armillarsphäre und den Globus lösen kan. Bringt man einen Punkt der Ekliptik auf beiden Maschinen, oder einen Stern auf dem Globus unter dem Meridian, so kan man seine Abweichung, oder seine Entfernung von dem Aequator, und seine gerade Aufsteigung, welche von dem Meridian auf dem Aequator bestimmt wird, dadurch entdecken. Eben so findet man auf dem Globus terrestris die Länge und Breite eines Orts. Erhebt man den sichtbaren Pol auf die Höhe, welche dem Ort wo man sich befindet, zukommt, und drehet man alsdan den Globus um, so sieht man, welche Sterne für diesen Ort niemahls uner, und welche niemahls aufgehen. Für die Sonne und für jeden Fixstern der auf- und untergeht, sieht man die Morgen- und Abendweite, wenn man seinen Ort in den Horizont bringt. Wenn man den Punkt des Aequators bemerkt, der sich alsdan unter dem Meridian befindet, und hierauf den Punkt desselben, der sich dan daselbst befindet, wenn man den Ort des Sterns selbst unter dem Meridian bringt, so gibt die Entfernung dieser beiden Orter auf dem Aequator den halben Tagbogen des Sterns, und folglich auch seinen halben Nachtbogen, welcher des ersten Differenz von 180 Gradn ist. Verwandelt man den halben Tagbogen in Zeit, funfzehn Grad auf eine Stunde gree' net, so hat man den Auf- und Untergang der Sonne; für den Untergang der Sonne nimt man die gefundene Zahl selbst, für den Auf-

gang ihren Neß von zwölf Stunden \*). Wenn man den Punkt des Aequators bemerkt, der an einem bestimmten Tage mit der Sonne in dem Meridian kömt, und man dreht den Globus gegen Abend, bis der Ort eines Sterns in den östlichen Halbkreis des Horizonts, oder in den Meridian, oder in den westlichen Halbkreis kömt, und bemerkt auch den Punkt des Aequators der sich alsdan in dem Meridian befindet, so hat man die Anzahl Grade, welche während der Zeit durch den Meridian gegangen sind, und verwandelt man diesen Bogen in Zeit, so hat man die Stunde des Aufgangs, der Kulminazion, und des Untergangs von diesem Stern, da aber die Sonnenzeit von der Sternzeit verschieden ist, so mus man für jede sechs Stunden eine Minute abziehen. Die Stunde kan über 12 steigen, weil die Astronomen bis 24 Stunden zählen. Wenn daher die Zahl über zwölf Stunden steigt, so zeigt das was über zwölf ist, die bürgerliche Stunde des Morgens von dem nächstfolgenden Tage an. Um den Ort der Sonne für jeden Tag zu haben, zeichnet man auf den Zirkreis der Armillarsphäre neben der Ekliptik, oder auf den Horizont derselben und auf den Horizont der Globen, die Monate des Jahres und theilet sie in Tage ein, so daß der erste Punkt des Widders bei dem zwanzigsten März zu stehen kömt, und der Anfangspunkt der andern Zeichen bei dem Tag, an welchem die Sonne in den mittlern Jahren in denselben tritt, weil das Schaltjahr, das aller vier Jahre einfällt, der Zeit des Eintritts der Sonne in die Zeichen etwas verändert \*\*). Was die Stunden betrifft fin-

det

\*) Für die bürgerliche Zeit nämlich, denn der astronomische Tag hat eigentlich 24 Stunden, und geht von einem Mittag bis zum andern; für diesen erhält man also den Aufgang der Sonne, wenn man den halben Tagbogen, in Zeit verwandelt, von 24 Stunden abzieht.

d. U.

\*\*) Man zeichnet deswegen auch oft, stat eines solchen mittlern



Set man leichter durch den Stundenzirkel, einen kleinen in 24 Theile, oder zweimahl zwölf Stunden getheilten Kreis; man bringe ihn an den Polen an, und stelt seinen an der Ure besetzten Zeiger auf 12, wenn der Ort der Sonne im Meridian ist.

Diese Ungleichheit des Schaltjahres kömmt daher, weil die Sonne nicht nach einer ganzen Zahl von Tagen zu dem ersten Puncte des Widbers zurückkömmt, sondern nach 365 Tagen und beinahe sechs Stunden. Um daher das Aequinoxtium beständig beinahe auf denselben Tag desselben Monats zu erhalten, schaltet man alle vier Jahr einen Tag ein. Da aber 365 Tage und 6 Stunden um ungefähr elf Minuten länger sind, als das eigentliche Sonnenjahr, so müssen die Aequinoxtien aller vierhundert Jahr um ungefähr drei Tage zurückgehen. Gregor der Dreizehnte bestimmte daher daß alle letzten Jahre eines Jahrhunderts, die eigentlich Schaltjahre sind, gemeine Jahre sein sollen, ausgenommen jedes vierhundert Jahr, welches ein Schaltjahr bleibt \*). Und um das Frühlingsäquinoxtium wider auf den Tag zu bringen, an welchem es zur Zeit des Nicaenischen Konziliums eintraf, warf er im Oktober des Jahres 1582 zehn Tage aus dem Kalender, und lies vom vierten gleich auf den fünfzehnten zählen. Daher kömmt der Unterschied des neuen und alten Stils, der seit dem Anfange dieses Jahrhunderts elf Tage beträgt. Der alte Stiel ist übrigens jetzt nur noch in Russland gebräuchlich.

C 4

Drit-

mißlern Jahres, vier auf einander folgende Jahre neben der Ekliptik auf den Horizont. d. II.

\*) So sind die Jahre 1700, 1800 und 1900 gemeine Jahre, das Jahr 2000 hingegen wird ein Schaltjahr sein. d. II.

## Dritter Abschnitt.

Von der wahren Bewegung der Sterne und ihrer  
fisiſchen Urfache.

Nach den Begriffen die man ſonſt von dem Weltgebäude hatte, dachte man ſich ein hohes ſphäriſches Gewölbe, an deſſen innern Oberflähe die Fixſterne befeſtigt wären; die Erde, glaubte man, befand ſich unbeweglich in dem Mittelpunkt deſſelben, das Gewölbe hingegen drehte ſich von Morgen gegen Abend um ſeine Aſe, und theilte dieſe Bewegung den ſphäriſchen Schichten innerhalb deſſelben, von denen jede den ihr zugehörigen Planeten enthielt, mit; dieſen Schichten ſchrieb man wider eine eigne Bewegung zu, eine Umdrehung nämlich gegen Morgen, um Aſen die etwas gegen einander geneigt wären; die periodiſche Zeit dieſer Umdrehungen hielt man für um ſo länger, je größer ihre Entfernungen von der Erde wären. Um zu erklären warum die ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes und der Sonne zu manchen Zeiten größer oder kleiner wären als zu andern Zeiten, dachte man ſich exzentriſche Kreiſe, das iſt Kreiſe, deren Mittelpunkt außerhalb der Erde lag, und nannte die Entfernung dieſes Mittelpunkts von der Erde die **Excentricität**; den Halbmeeſſer dieſes Kreiſes, die **mittlere Entfernung**; den Durchmeſſer der durch die Erde ging, die **Apsidenlinie**; das Ende dieſes Durchmeſſers auf der Seite des Mittelpunkts, wo die Erde liegt, die **Erdnähe**; das entgegengeſetzte, die **Erdferne**; aus dieſer excentriſchen Stellung ſuchte man alle Irregularitäten zu erklären, die ſich alſo nach dem Ende jeder Umdrehung wider erneuern mußten. Man nahm die Erdferne für den Anfangspunkt, von welchen man dieſe Irregularitäten anrechnet, die man mit dem griechiſchen Worte **Anomalie** bezeichnet; man nannte **wahre Anomalie** den Winkel, den die Richtung der Erdferne,

Erdsferne, und die Linie in welche sich der Planet in einem gegebenen Augenblick befindet, mit einander machen, und mittlere Anomalie den Winkel, den die Linie in welche der Planet gesehen wird, alsdan mit der Absidenlinie machen würde, wenn in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschrieben würden.

Wie man bemerkte daß Ein excentrischer Zirkel nicht hinreichte, das Stillstehen und Rükgehen der Planeten zu erklären, so setzte man noch Epizikel dazu, das ist Kreise die ihren Mittelpunkt in dem Umfang der excentrischen Zirkel hatten; so war das alte System beschaffen, das seinen Namen von dem Ptolemäus erhalten hat. Allein sobald man durch die Geometrie und Trigonometrie Mittel gefunden hatte, aus einer gewissen Anzahl von Beobachtungen, die Größe und Lage aller dieser Zirkel für jeden Planeten zu bestimmen, und daraus Tafeln der Bewegung zu ziehen, um den scheinbaren geozentrischen Ort für einen andern gegebenen Augenblick daraus zu finden, so bemerkte man einen erstaunenden Unterschied zwischen den Resultaten der Theorie und den Beobachtungen; man vermehrte nun die Anzahl dieser Kreise so erstaunend, und machte die Welt zu einer so verwickelten Maschine, daß Alfons, König von Kastilien, der die Astronomie in Europa nach so viel finstern Jahrhunderten wider zu erheben suchte, zu dem Ausruf bewogen wurde, wenn er bei der Erschaffung der Welt gegenwärtig gewesen wäre; er würde einen viel bessern Plan angegeben haben, um in die ganze Maschine mehr Ordnung und Einfachheit zu bringen. Es war nicht Mangel an Ehrfurcht gegen den Urheber der Welt, was Alfonsen zu diesem Ausrufe bewog, er wolte nur über die sonderbaren Begriffe der alten Astronomen spotten, die er für wahre Träumereien hielt.

Unterdessen haben schon einige alte Philosophen das wahre System erkant, sie haben die tägliche Umdrehung des Him-

mels einer Umdrehung der Erde um ihre Ase zugeschrieben; eben so die jährliche Bewegung der Sonne, einer jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne in einer ekzentrischen Bahn, in welcher sie von dem Monde in einer gegen die Erde ekzentrischen Bahn begleitet wird; dem Mond schrieben sie eine periodische Bewegung von 27. Tagen in dieser Bahn zu; eine ähnliche Bewegung um die Sonne glaubten sie auch von den übrigen Planeten. Dieses ist das System das Kopernik nach so viel Jahrhunderten wider erneuert hat. Nach ihm sind die Sonne und Fixsterne unbeweglich \*), und um die Sonne drehen sich sechs Planeten, Merkur am nächsten bei der Sonne, alsdann Venus, die Erde, Mars, Jupiter und Saturn, der am weitesten von der Sonne entfernt ist, und sich am langsamsten bewegt. Tycho suchte kurz darauf das Stillstehen der Erde wider zu verteidigen, er läßt daher den Mond und die Sonne sich um die Erde bewegen, den fünf übrigen Planeten hingegen schreibt er eine Bewegung um die Sonne zu.

Wenn man die Fortpflanzung des Lichts aus der Ache läßt, so lassen sich aus dem Tychonischen System, wiewohl es ungleich verwirkelter ist, alle Erscheinungen vollkommen eben so gut erklären, als aus dem Kopernikanischen System; und alle Gründe die Galilei von den astronomischen Erscheinungen hergeleitet hat, können nicht das geringste für das Kopernikanische System im Gegensatz des Tychonischen beweisen. Allein aus der Fortpflanzung des Lichts, und aus den fisischen Ursachen der Bewegung, die man jetzt hat und die man mit den Erscheinungen immer überein-

\*) Das System des Kopernik betrifft nur die Anordnung der Planetenbahnen unter sich und gegen die Sonne, und es bleibt daher wahr, wenn gleich Bewegungen der Sonne und der Fixsterne beobachtet werden.  
v. U.

übereinstimmender findet, folgen die Gründe, welche die Nothwendigkeit der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde beweisen, wenn man nicht eine Hypothese annehmen wil, die ich vor ungefähr vierzig Jahren bekannt gemacht habe, bei welcher die Möglichkeit des entgegengesetzten Fals augenscheinlich stat findet, welche aber äußerst unwahrscheinlich ist \*).

Descartes suchte die fisische Ursache der Planetenbewegung in seinen Wirbeln, die nicht bloß deswegen gesunken sind, weil es eine ganz willkürliche Hypothese war, und von den Erscheinungen überhaupt genommen, nur eine sehr unbestimte Erklärung gab, sondern auch weil man seitdem die wahre Bewegung der Kometen entdeckt hat, welche ohne den geringsten Widerstand von diesen eingebildeten Wirbeln zu leiden, die Räume durchlaufen, welche diese Wirbel erfüllen müssen. Newtons System der allgemeinen Gravitation folgte an die Stelle von Descartes Hypothese, und ist heut zu Tage der Schlüssel des Himmels, welcher von allen Irregularitäten Rechenschaft gibt, und ungleich besser mit den Erscheinungen übereinstimt, als die Verbindung selbst der genauesten Beobachtungen. Doch darf man Keplern hierbei nicht vergessen, denn dessen glückliche Entdeckungen über das Planetensystem sind es, welche

\*) Man sol sich in dem unendlichen unbeweglichen Raume, einen großen beweglichen Raum denken, in welchem alle Weltkörper enthalten sind, die wir sehen. Ruht nun dieser Raum und bewegt sich die Erde, oder ruht die Erde und bewegt sich dieser Raum, genau mit derselben Bewegung mit welcher sich die Erde bewegen müste, aber in entgegengesetzter Richtung, so sind in beiden Fällen die Erscheinungen für uns einerlei. — Der Herr Verfasser ist auf diese Hypothese gefallen, wie noch in dem römischen Index librorum prohibitorum der Titel stand: libri omnes qui affirmant teluris motum.

welche selbst Newtonen zur Entdeckung der Wahrheit den Weg gebahnt haben.

Man hatte schon bemerkt daß man selbst in der Bahn der Erde um die Sonne keine gleichförmige Bewegung in der Periferie eines ekzentrischen Kreises annehmen könnte, sondern daß man, ausser der optischen Ungleichheit, die von der Ungleichheit der Entfernungen herkömmt, auch noch eine wirkliche Ungleichförmigkeit in dieser Bewegung annehmen müßte, man hatte deswegen die Ekzentricität um die Hälfte vermindert, und eine gleichförmige Winkelbewegung erdacht, das ist eine mittlere Bewegung, aber nicht um den Mittelpunkt selbst, sondern um einen Punkt, der eben so weit jenseits dieses Mittelpunkts ligt, als die Sonne disseits. Man hatte eben das für die andern Planeten getan. Kepler der eine Anzahl guter Beobachtungen vom Tycho vor sich hatte, sah daß die Rechnungen, welche auf diese Hypothese gegründet wurden, nicht mit den Beobachtungen übereinstimten, und daß der Unterschied größer war, als ein bei den Beobachtungen etwa vorgefallener kleiner Irrthum hätte verursachen können. Durch genaue Beobachtungen, und sehr scharfsinnige Schlüsse, die er über die Bewegung des Mars anstellte, (da dieser Planet eine große Ekzentricität hat, und fast alle Nächte sichtbar ist, so ist er mehr als alle übrigen Planeten zu dieser Untersuchung geschikt), fand er, daß seine Bahn in der Mitte eingedrückt war, und da die Ellipse, eine von den drei Kegelschnitten, welche die einfachsten krummen Linien nach den Zirkel sind, gerade in der Mitte eingedrückt ist, und zwei sehr merkwürdige Punkte auf beiden Seiten des Mittelpunkts hat, nämlich die Brennpunkte, so nahm er Ellipsen für die Laufbahnen aller Planeten an, und setzte die Sonne in den gemeinschaftlichen Brennpunkt aller dieser Ellipsen. Dies ist das erste von den drei so berühmten Gesetzen, die man die Keplerischen Gesetze nent.

Das

Das zweite bezieht sich auf die Geschwindigkeit der Planeten in den verschiedenen Theilen ihrer Bahn, man drückt es so aus, die durch den Radius vektor beschriebenen Flächen sind den Zeiten proportional, und da hieraus folgt, daß in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschrieben werden, so nennt man es auch die Gleichheit der Flächen. Der Radius vektor ist die gerade Linie von der Sonne bis an den Planeten. Kepler gab dieser Linie den Namen, weil er glaubte, daß die Strahlen der Sonne, indem sich letztere um ihre Ase drehete, den Planeten mit sich fortrissen, und zugleich letzterer, durch eine Art von magnetischer Anziehung, genötiget würde, bald sich der Sonne zu nähern, bald sich mehr von ihr zu entfernen. Stellt man sich zwei Bogen an zwei verschiedenen Theilen Einer Ellipse vor, und denkt man sich gerade von der Sonne an ihr Endpunkte gezogene Linien, welche zwei elliptische Ausschnitte, das ist zwei Triangel, von denen zwei Seiten gerade Linien, die dritte aber ein Bogen der krummen Linie ist, einschließen, so sind die Theile der elliptischen Fläche, welche diese Triangel einschließen, jene Flächen, welche nach dem zweiten Keplerischen Gesetze, eben das Verhältniß gegen einander haben müssen, als die Zeiten, welche der Planet braucht, diese Bogen zu durchlaufen, die also auch gleich sein müssen, wenn die Zeiten gleich sind.

Das dritte Gesetz bestimmt das Verhältniß, zwischen den Zeiten, welche die verschiedenen Planeten brauchen ihre Bahnen zu durchlaufen, und zwischen den mittlern Entfernungen von der Sonne, das ist zwischen den halben großen Axen der Bahnen; man drückt es so aus, die Quadrate der Zeiten verhalten sich wie die Würfel der Entfernungen. Kepler fand glücklicher weise dieses Verhältniß, nachdem er in einer langen Reihe von Jahren, und mit unglaublicher Arbeit, eine Menge von Verbindungen und Verhältnissen versucht und falsch befunden hatte.

Newton

**Newton** untersuchte diese Geseze und fand daß sie alle drei eine nothwendige Folge von dem einzigen Geseze wären, wenn die durch das ganze Planetensystem verbreitete Schwere im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen von der Sonne abnahm; er unterwarf diesem Gesez auch die Kometen, und bestimmte so ihre Bewegung in sehr länglichten Ellipsen, die sich daher der *Parabel* nähern \*); eine Menge von neuern Beobachtungen haben uns die Wahrheit dieses Gesezes bestätigt. **Newton** tat noch mehr, er fand daß diese Schwere allgemein ist, so daß alle Teile, wenigstens von allen Körpern in unserm System, eine Neigung haben, sich einander zu nähern, und zwar nach demselben Gesez des Quadrats der Entfernung; er nannte sie deswegen *allgemeine Anziehung* oder *Gravitation*. Hierdurch erklärte er nicht bloß die mit dem dritten Keplerischen Gesez übereinstimmende Bewegung der *Jupiters* und *Saturnstrabanten*, durch die Anziehung gegen ihre Hauptplaneten, und die periodische Zeit des *Mondsumlauf*, welcher Planet von unsrer Erde angezogen wird; sondern er bestimmte auch besonders mehrere von den Ungleichheiten in der Bewegung des Mondes, welche durch die anziehende Kraft der Sonne hervorgebracht werden; so wie auch eine Veränderung in der Ure der täglichen Umdrehung der Erde, die durch die Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die Materie entsteht, welche sich wegen der Eindrückung der Erde unter den Polen, unter dem Aequator erhebt, durch welche Veränderung das *Vorrücken* der Nachtgleichen und das *Schwanfen* der Erdaxe entsteht.

**Newtons** Entdeckungen haben den Geometern, wie schon gesagt worden ist, den Schlüssel zum Himmel gegeben;

\*) Noch vor **Newton** machte ein Prediger in Sachsen, *Dörfel*, die Entdeckung, daß sich die Kometen in parabolischen Bahnen bewegen. d. II.



ben; durch sie hat man eine genaue Kenntnis von einer Menge von Ungleichheiten und Störungen in den Bewegungen der Haupt- und Nebenplaneten, und der Kometen erlangt, zu der man durch bloße Beobachtungen nie hätte kommen können. Diesen Entdeckungen ist man den Grad der Genauigkeit schuldig, den wir jetzt in der Theorie des Mondes erlangt haben. Hierdurch ist diese heut zu Tage so nothwendig für die Schiffahrtskunde geworden, weil die Irrthümer der Mayerischen Tafeln, welche dieser aus der Verbindung seiner Beobachtungen mit der Newtonischen von Eulern glücklich erweiterten Theorie gezogen hat, höchst selten auf Eine Minute steigen, welches an sich selbst in der Bestimmung des Orts eines Schiffes höchstens eine Ungewissheit von zehn Seemeilen verursacht. Man hat diesen Tafeln durch neue Rechnungen und Beobachtungen noch mehr Vollkommenheit gegeben, allein niemahls würde man etwas hinlänglich sicheres und genaues über diesen Gegenstand haben liefern können, ohne jenen allgemeinen Schlüssel, dessen wir gedacht haben, zu besitzen.

In dem wahren Planetensystem, so wie es jetzt allgemein anerkannt wird, ist nichts unbeweglich, außer ein eingebildeter Punkt, den man den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Schwere von der Sonne und allen Planeten und Kometen nennt; um diesen bewegen sich alle die genannten Körper, auch die Sonne. Allein die Bewegung dieser letztern ist ungleich geringer als aller andern Bewegung, da sie so nahe an diesen Mittelpunkt liegt. Zur Erleichterung der Rechnung denkt man sich auch im Anfange die Sonne als unbeweglich, und, nach dem ersten Keplerischen Gesetz, in dem gemeinschaftlichen Brennpunkt der Ellipsen von den sieben Hauptplaneten, und der Ellipsen oder Parabeln von den Kometen, alsdan bringt man die Berichtigungen an die sich auf ihre Bewegung beziehen, und die Berichtigung aller der kleinen Irregularitäten, welche von der gegenseitigen

tigen Wirkung aller übrigen Theile des Systems herkommen. Die Sonne dreht sich auch um ihre Ase, und hat ihren Aequator; jeder Planet hat eine Bewegung in seiner Ellipse, nach dem zweiten Keplerischen Gesetz, so daß die beschriebenen Flächen den Zeiten proportional sind. Die Flächen dieser Ellipsen sind gegen den Sonnenäquator und gegen einander geneigt, auch schneiden sie unter kleinen Winkeln die Fläche der Erdbahn, die Ekliptik genant wird; die geraden Linien in welchen diese Durchschnitte geschehen, sind von einander unterschieden, doch gehen sie alle durch die Sonne, sie heißen **Knotenlinien**; die kleinen Winkel, unter welchen die Fläche der Ekliptik von den Planetenbahnen geschnitten werden, bestimmen die Breite des Zierkreises. In jeder Ellipse heißt die Entfernung der Sonne von dem Mittelpunkt der elliptischen Bahn, die **Exzentrizität**, die **Apsidenlinie** ist die große Ase, sie geht durch beide Brennpunkte und den Mittelpunkt, ihre Hälfte heißt die **mittlere Entfernung**; an den beiden Enden dieser Ase ist auf einer Seite die größte Entfernung, man nent sie **Sonnenferne** (Afelium), auf der andern Seite, die kleinste, die **Sonnennähe** (Perihelium). Man rechnet die **wahren** und **mittlern Anomalien** von der Sonnenferne an, und wenn die mittlere Entfernung und die Exzentrizität gegeben ist, kan man aus einer Anomalie die andre finden; man berechnet ihren Unterschied, die **Gleichung**, und bringt ihn in Tafeln, um sich derselben zur Bestimmung des wahren heliozentrischen Orts eines Planeten für eine gegebene Zeit zu bedienen. Die Apsiden- und Knotenlinien haben sehr verschiedene Richtungen, sie bestimmen die Lage der Sonnenferne, der Sonnennähe, und der beiden Knoten; der **aufsteigende Knoten** heißt der, durch welchen der Planet aus der südlichen Hemisfäre in die nördliche geht, der andre der **niedersteigende**. Die Lage der Apsiden und Knoten hat eine geringe wirkliche Bewegung, auch eine scheinbare, welche  
das

das Vorrücken der Nachtgleichen verursacht. Vergleicht man die verschiednen Ellipsen mit einander, so verhalten sich, nach dem dritten Keplerischen Gesetz, die Quadrate der Umlaufzeiten wie die Würfel der mittlern Entfernungen. Die Kometen haben eine ähnliche Bewegung in sehr länglichen elliptischen Laufbahnen. Die Trabanten begleiten den Jupiter und Saturn (und Uranus) mit ihren Bahnen, so wie der Mond mit seiner Ellipse unsre Erde in ihrem Lauf um die Sonne begleitet.

Eigentlich ist es der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Monds und der Erde, (der aber von dem Mittelpunkt der letztern nur wenig entfernt ist,) welcher die Ellipse beschreibt, und beide, die Sonne und der Mond laufen um ihn herum. Doch um die Rechnung zu erleichtern, rechnet man diese geringe Bewegung der Erde mit zu dem Mond, und betrachtet die Bewegung des Mondes als geschähe sie in einer Ellipse, in deren Brennpunkt die Erde selbst läge. Wegen der großen Störungen in dieser Bewegung, welche die Wirkung der Sonne auf diese beiden Körper verursacht, ist alles in dieser Ellipse veränderlich; die Apsiden, die nach der Ordnung der Zeichen den ganzen Zierkreis in beinahe neun Jahren durchlaufen; die Knoten, die bald gegen Morgen bald gegen Abend rücken, (doch ist letztere Bewegung ungleich größer, und sie vollenden ihren Umlauf, wider die Ordnung der Zeichen, in beinahe achtzehn Jahren); die Größe der Ape, die Exzentrizität, die Neigung gegen die Ekliptik, die Geschwindigkeit in der Beschreibung der Flächen, alles ist veränderlich, und das mit einer fast unauflöslchen Verwicklung.

Für jeden Planeten gibt es sieben Elemente: die mittlere Entfernung, die Exzentrizität, die Lage der Apsiden, der Ort der Knoten, die Neigung der Bahn, die periodische Zeit welche die mittlere Bewegung gibt, und die Epoche des Orts auf eine gegebene Zeit. In den Lehrbüchern

der Astronomie werden die Methoden erklärt, durch welche man diese Elemente für jeden Planeten, aus auf der Erde angestellten Beobachtungen bestimmen kan; man bedient sich dazu vorzüglich der Beobachtungen die in den Oppositionen und Konjunktionen mit der Sonne angestellt werden, weil es alsdan eben so viel ist, als ob man in der Sonne selbst beobachtete. Hieraus zieht man die astronomischen Tafeln, durch welche man für jede gegebene Zeit, die heliozentrische Länge und Breite eines Planeten, die heliozentrische Länge der Erde, und beider Entfernung von der Sonne findet; durch die ebene Trigonometrie findet man alsdan des Planeten geozentrische Länge und Breite, und seine Entfernung von der Erde. Für die Sonne findet man, unmittelbar aus den Tafeln, ihre geozentrische Länge, ihre Entfernung von der Erde, und ihren scheinbaren Durchmesser. Auch findet man die geozentrische Länge und Breite des Mondes, seine Entfernung von der Erde, und seine Horizontalparallare; diese sind wenn er sich über den Horizont erhebt, nach bekanten Gesetzen veränderlich, worüber man Tafeln versertigt hat. Man hat auch Tafeln für die Bewegung der Nebenplaneten, vorzüglich für die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, wie auch für die Bewegung der Fixsterne, das Vorrücken der Nachtgleichen, die Aberrazien und Nutazion. Damit beobachtende Astronomen und Seefahrer diese weitläufigen Rechnungen nicht jedesmahl selbst führen dürfen, so findet man in den Efemeriden alles schon vorbereitet und angegeben; vorzüglich\*) in den Pariser Connoissances des temps, und in den englischen Nautical Almanacs.

Das

\*) Für Deutsche in den astronomischen Jahrbüchern des Herrn Bode und in den Efemeriden des Herrn Abts Zell.

Das Verhältniß der Entfernungen der Planeten von der Sonne, und ihrer periodischen Zeiten, ist ungleich gewisser bekannt, als ihre absoluten Entfernungen, und ihre Größen im Verhältniß gegen die Erde, welche von diesen Entfernungen abhängen. Die Entfernungen von der Sonne verhalten sich für Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus beinahe wie folgende Zahlen: 4, 7, 10, 16, 52, 95, 190 \*); die periodischen Zeiten sind, drei Monat, sieben und ein halber, ein Jahr, zwei Jahr, zwölf Jahr, dreissig Jahr und dreiundachtzig Jahr. Die absolute Entfernung der Erde von der Sonne beträgt ungefähr 34 Millionen französische Meilen \*\*), daher gilt jede Einheit in den obengenannten Zahlen der Entfernungen ungefähr drei und eine halbe Million französische Meilen. Die Entfernung der Venus von der Erde in ihrer Erdnähe in der untern Konjunktion mit der Sonne, verhält sich zu ihrer Entfernung in dem Apogäum, wenn sie sich hinter der Sonne befindet, fast wie 3 zu 17; und die Entfernung des Mars in dem Perigäum, wenn er mit der Sonne in Opposition ist, verhält sich zu seiner Entfernung in dem Apogäum, wenn er hinter der Sonne steht, fast wie 5 zu 25; das ist, im zweiten Fall ist die Entfernung für den Mars fünfsmahl, und für die Venus fast sechsmahl größer als im ersten. Die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde beträgt

D 2

\*) Das Verhältniß der Entfernungen der Planeten in kleinen Zahlen, drückt man sonst so aus: 4, 7, 10, 16, 52, 100, 196; eine merkwürdige Zahlenreihe, weil sie die Progression  $4, 4+3, 4+2\cdot3, 4+2^2\cdot3, *, 4+2^4\cdot3, 4+2^5\cdot3, 4+2^6\cdot3$  gibt, ob man gleich bis jetzt, davon weder den Grund noch Nutzen weiß, ausser daß man vermuten kan, zwischen Mars und Jupiter befände sich ein bisher noch unbekannter Planet. Diese Progression war schon vor der Entdeckung des Uranus bekannt, und wurde durch ihn sehr schon bestätigt.

D. II.

\*\*) Ungefähr 208; 1500 deutsche Meilen.

D. II.

trägt nur sechzig Erdbalbmesser, davon jeder beinahe 1400 französische Meilen \*), oder fast zwanzig Millionen pariser Fuß ausmacht. Der Durchmesser des Mondes ist etwas größer als der vierte Teil des Erddurchmessers, nämlich fast  $\frac{2}{11}$  des letztern; der Durchmesser der Sonne enthält 113 Durchmesser der Erde; der Durchmesser des Merkurs beträgt  $\frac{2}{7}$  eines Erddurchmessers; der der Venus ist fast dem Durchmesser der Erde gleich; der des Mars enthält  $\frac{2}{3}$ , des Jupiters  $11\frac{1}{3}$ , des Saturns 10, und seines Rings  $23\frac{1}{2}$  Erddurchmesser \*\*).

### Vierter Abschnitt.

#### Von der Verbindung der Astronomie mit der Schifffahrt.

Die Schifffahrtskunst braucht die Hilfe der Astronomie in folgenden drei Stücken; 1) um den Lauf des Schiffes zu bestimmen, 2) um seine geographische Breite, 3) um seine Länge zu finden.

Ehe man die beständige Richtung des Magnets gegen Norden entdeckte, richtete man sich auf den Seereisen nach dem Stande der Sonne und der Fixsterne, vorzüglich derer welche um den Pol herumstehen. Hieraus bestimmte man nur ungefähr die Lage des Nord- und Südpunkts, überhaupt aber entfernte man sich nicht sehr von den Küsten, um sich nach bekannten irdischen Gegenständen richten zu können. Der Kompass hat die Seefahrer kühner gemacht. Er würde ohne Hilfe der Astronomie die Richtung des Nord und der andern Winde angeben, wenn die Richtung der Magnetsnadel nicht veränderlich wäre, und sein Gebrauch würde leichter sein, wenn die Abweichung der Magnet-

\*) Oder 850 deutsche Meilen.

d. U.

\*\*) Und der Durchmesser des Uranus vier Durchmesser der Erde. — Man wird diese Größen in einer Tafel am Ende dieses Abrißes genauer angegeben finden. d. U.

Magnetnadel von der Richtung nach Mitternacht, nicht, zu derselben Zeit an verschiedenen Orten, und zu verschiedenen Zeiten an Einem Orte verschieden wäre. Diese Veränderung in der Richtung der Magnetnadel ist es, was die Hilfe der Astronomie zum Gebrauch des Kompasses nothwendig macht. Man mus alle Tage, oder wenigstens so oft als man kan, die Abweichung der Magnetnadel bestimmen.

Man hat zweierlei Kompassse auf den Schiffen. Die erste Art hat eine Alidade mit Dioptern, die nach einem Stern gerichtet werden; man mißt den Abstand der Alidade von der Magnetnadel, auf einem in Grade getheilten horizontalen Kreise, der an dem Instrument angebracht ist, dieser Bogen gibt das Azimut dieses Sterns, das aber der gedachten Abweichung wegen, unrichtig ist. Man bedient sich daher der Astronomie, um durch Hilfe von Tafeln und einer astronomischen Beobachtung, das wahre Azimut zu finden, hieraus gibt sich der Unterschied zwischen dem wahren und falschen Azimut, und dadurch die gesuchte Abweichung der Magnetnadel. Man nent das die **Variation des Kompasses**, und das Instrument selbst **Variationskompass** \*). Da sich die Abweichung in einem Tage und selbst in mehrern Tagen nur wenig ändert, und da auch für wenig von einander entfernte Derter diese Veränderung gering ist, so kan die einmahl gefundene Abweichung für mehrere Tage dienen. Die zweite Art ohne Alidade ist der gemeine Kompass, er wird zur Richtung des Schiffs gebraucht; man nent ihn den **Strichkompass**.

Um das wahre Azimut eines Sterns finden zu können, mus seine Abweichung bekant sein, welche unmittel-

D 3

bar

\*) Ober Azimutalkompass.

bar zur Astronomie gehört, und die Breite des Orts, welche man ebenfalls durch die Astronomie findet; hieraus ergibt sich das Azimut in dem Augenblick des Auf- und Untergangs durch einen einzigen sphaerischen Triangel, dessen Spizen im Pol, im Nordpunkt und in dem Sterne sind. Dieses Azimut ist die Ergänzung der Amplitude. Man kan darüber Tafeln auf alle Tage berechnen, die auf verschiedene Polhöhen und verschiedene Abweichungen der Sterne gerichtet sind; bedient man sich aber des scheinbaren Aufgangs, so mus man noch eine Berichtigung anbringen wegen der Wirkung der Refraktion, doch steigt diese nur in sehr großen Entfernungen von dem Aequator bis auf einen Grad, in den gemäßigten Erdsirichen beträgt sie nur wenig Minuten über einen halben Grad. Bedient man sich eines über den Horizont erhobenen Sterns, so mus man dessen Höhe beobachten, und sie durch Abziehung der Refraktion und der Senkung des sichtbaren Horizonts berichtigen, letztere gehört vielmehr zur Geografie, und man hat darüber schon Tafeln berechnet. Alsdan findet man das Azimut durch einen sphaerischen Triangel, dessen drei Winkel am Zenit, am Pol, und am Stern sind. In dem ersten oben gedachten Triangel ist das Azimut durch die horizontale Seite gegeben, in dem letztern durch den Winkel am Zenit. Wir haben davon in dem zweiten Abschnitt geredet.

Dieser erste Teil nimt daher von der Astronomie in Rücksicht der Theorie, die Abweichung der Fixsterne oder der Sonne, und die Strahlenbrechung; man findet die Tafeln darüber, und die Anweisung sich derselben zu bedienen in den astronomischen Efemeriden. In Rücksicht der Ausübung nimt er von der Astronomie die Methode die Höhe zu beobachten, durch welche man auch die Breite des Orts findet, welche hierzu nothwendig erfordert wird. Wenn man aber die Sonnenhöhe nimt, so mus man auch den scheinbaren Durchmesser der Sonne beobachten, oder  
man



man mus ihn vielmehr als aus der Theorie bekant voraussetzen. Man findet ihn gleichfals in den Efemeriden. Der Durchmesser der Sonne ist nothwendig, weil die Instrumente unmittelbar nur die Höhe des obern oder untern Sonnenrandes angeben, daher mus man den halben Durchmesser im erstern Fal abziehen, im andern Fal addiren, um die Höhe des Mittelpunkts der Sonne zu haben.

Das Zweite war die geografsche Breite des Schiffes. Es gibt mehrere verwikkelte, schwere und unsichere Methoden sie durch die Astronomie zu bestimmen. Aber die einfachste, leichteste und genaueste ist die, welche nur eine einzige Beobachtung von der Höhe eines Sterns im Meridian erfordert, dessen Abweichung bekant ist. Man weis ungefähr die Lage des Meridians, wenigstens vermittelst des Kompasses. Man richtet sich mit einem Instrument wodurch man die Höhe beobachten kan, zum Beispiel mit einem Reflexionsoktanten, nach Süden oder nach Norden, und verfolgt einen Stern in dieser Gegend, bis seine Höhe, wenn sie vorher zugenommen hat, wider anfängt sich zu vermindern, oder umgekehrt; dieses Gröfste oder Kleinste gibt die gesuchte Höhe, nur mus man sie noch wegen der Stralenbrechung und der Senkung des Horizonts berichtigen. Ihre Verbindung mit der Abweichung gibt die verlangte Breite. Wenn man gegen Süden beobachtet, so gibt die Summe oder der Unterschied der Abweichung und der gefundenen Höhe, die Höhe des Aequators, diese von neunzig Graden abgezogen gibt die Breite. Man nimt die Summe wenn die Abweichung südlich ist, den Unterschied, wenn sie nördlich ist. Wenn man gegen Norden beobachtet, so nimt man die Ergänzung von der Abweichung, welche des Sterns Abstand vom Pol ist, und zieht sie von der beobachteten Höhe ab, wenn diese ein Größtes gewesen, oder man addiert sie dazu, wenn sie ein Kleinstes gewesen ist, um unmittelbar

die Polhöhe, welche der Breite gleich ist, zu haben. Wird hierbei die größte Genauigkeit erfordert so mus man die Abweichung der Fixsterne, wegen der geringen Wirkungen der Aberrazion und Nutazion, berichtigen, für welche man, außer den algemeinen Tafeln, noch besondre hat, die zu einer großen Anzahl der merkwürdigsten Fixsterne gehören, man findet dergleichen in einigen astronomischen Kalendern. Das zweite Stük nimt daher von der Astronomie nicht mehr als das erste.

Das dritte Stük, die Erforschung der geographischen Länge, hat heutzutage die Hilfe der Astronomie am meisten nöthig. Sonst kannte man kein andres Mittel sie zu bestimmen, als die Schätzung aus der Richtung des Weges und der Geschwindigkeit des Schiffs, und man brauchte daher die Astronomie bloß um die Variazion des Kompasses zu finden; allein diese Methode gab nach langen Reisen zu große Irrthümer, theils wegen der Schwierigkeit, diese Elemente, die Richtung und die Geschwindigkeit, unabhängig von den Strömen zu bestimmen, theils wegen der Ströme selbst, die sehr oft unbekant sind, und das Schiff, mit einer den Seefahrern unmerklichen Bewegung, fortziehen. Diese Schätzung gibt sowohl die Länge als die Breite. Die beobachtete Breite kan den Irrtum aus der Schätzung zum Theil berichtigen, aber die Berichtigung der Länge bleibt immer ungewis.

Man hoffte eine Zeit lang die Länge auf dem Meere durch die Variazion des Kompasses zu finden; man gebrauchte dazu die beobachtete Abweichung an einer großen Menge von Örtern, deren Lage auf der Erdfugel bekant war. Man zog auf einer Landkarte Linien, unter welchen die Abweichung der Magnetnadel eine gewisse Anzahl Grade hehrärg, zum Beispiel von fünf zu fünf Graden. Wäre die Lage dieser Linien hinlänglich bestimmt, und beständig, so würde der Ort des Schiffs genau bestimt werden, durch  
den

den Durchschnitt einer dieser Linien, die zu der Abweichung der Magnetnadel gehören mit dem Parallellkreis, den die beobachtete Breite bestimmt; man hätte daher auf der Karte selbst die Länge dieser Oerter. Allein die Abweichung des Magnets ist veränderlich, und man hat das Gesetz dieser Veränderung durch Hipotesen, deren Falschheit die Erfahrung bewiesen hat, vergebens zu bestimmen gesucht; man hat daher aus dieser Methode nicht den Nutzen ziehen können, den man im Anfang davon gehofft hat.

Man hat sich also wider zu dem Unterschied der Stunden wenden müssen, die man in demselben Augenblicke an zwei Oertern unter verschiedner Länge zählt; da dieser Unterschied den Unterschied der Länge gibt, wenn man fünfzehn Grad auf eine Stunde rechnet, wie wir schon oben erinnert haben. Um sich dieser Methode bedienen zu können, mus man in demselben Augenblick die Stunde des Schifs, und die Stunde eines bekanten Orts, z. B. Paris, London, oder eines bekanten Hafens wissen. Das erste erfordert die Hilfe der Astronomie, für das andre gibt es zwei Methoden; man braucht entweder eine Längenuhr, das ist eine Uhr, die einen so regelmäßigen Gang hat, daß sie beständig die Stunde eines bekanten Ortes zeigt, oder man wendet dazu eine Erscheinung an, die sich am Himmel zu einer bekanten Stunde an einem Orte, z. B. zu Paris eräugnen mus, und die man auf dem Meere beobachten kan. Hierzu ist wider Astronomie nötig.

Um die Stunde des Schifs zu wissen mus man die Höhen nehmen. Nimt man korrespondirende Sonnenhöhen in einer hinlänglichen Entfernung vor und nach Mittag, und bemerkt man die Stunden an einer guten Uhr, so hat man den Mittag, diese an zwei verschiedenen Tagen angestellte Beobachtung zeigt den Gang der Uhr selbst,

selbst, woraus man die wahre Stunde für jeden Augenblick findet, und es gibt genug Uhren, die ohne merklichen Irrtum in ein- oder zweimal vierundzwanzig Stunden einen gleichförmigen Gang behalten. Unterdeffen muß man, wenn man diese Methode gebraucht, noch eine Berichtigung anbringen, wegen der veränderlichen Abweichung der Sonne; man findet das dazu gehörige in den astronomischen Jahrbüchern; auch muß man noch eine andre Berichtigung anbringen, welche den Weg des Schiffs betrifft, wenn es unter Segel ist, die man gleichfalls leicht findet. Man kan sich zu derselben Absicht der korrespondirenden Höhen eines bekannten Fixsterns bedienen, welche ohne daß man die erstgedachte Berichtigung anwenden dürfte, die Zeit seines Durchgangs durch den Meridian geben, hieraus findet man die Sonnenzeit vermittelst des Unterschieds in den geraden Aufsteigungen des Sterns und der Sonne. Man kan auch die Stunde des Schiffs durch eine einzige Beobachtung einer Höhe von der Sonne oder einem bekannten Fixstern bestimmen, die man in gehöriger Entfernung von dem Meridian genommen und berichtigt hat; der Triangel von dem wir schon oben geredet haben, dessen Spizen im Zenit, im Pol, und im Stern sind, gibt durch den Winkel am Pol die Stunde. Um die Seiten dieses Triangels zu haben, muß man aus der Astronomie, die Abweichung des Sterns, die Breite des Orts, die Refraktion und den Durchmesser der Sonne kennen, um die Höhe zu berichtigen. Bedient man sich der Sonne, so gibt der Winkel am Pol die Stunde unmittelbar, hat man aber einen Fixstern beobachtet, so braucht man noch seine Refraktension, um aus dem Unterschied zwischen dieser und der geraden Aufsteigung der Sonne, den Abstand des Stundenkreises zu finden, welcher durch die Sonne im Meridian geht, hieraus findet man die Stunde nach der Sonne.

Was die erste Methode betrifft, die Stunde eines bekannten Orts mittelst einer Längenuhr zu wissen, so muß man eben das Verfahren mehrere nach einander folgende Tage vor der Abreise anstellen, um den Mittag an dieser Uhr zu finden; hieraus ergibt sich ihr Gang; dadurch und durch die Wirkung der verschiedenen Grade der Wärme auf die Uhr selbst, findet man nach jeder gegebenen Zeit die Stunde desselben Orts von dem man abgereist ist. Der Chevalier Flouren hat in dem zweiten Bande seines, bei Gelegenheit der Versuche die er auf Befehl des verstorbenen Königs mit dem glücklichsten Erfolg an den Uhren des Herrn Berthoud angestellt hat, verfaßten Werks, das ganze Verfahren bei dieser Methode, mit allen Vorichtsregeln die man dabei anwenden muß, ausführlich beschrieben, und mit einer Menge von Beispielen erläutert. Es ist ein vortrefliches Werk, und allen denjenigen verständlich, die in trigonometrischen Rechnungen geübt sind \*).

Für die zweite Methode kan man bloß einige Verfinsterungen, und die Stellung des Mondes brauchen. Unter den Verfinsterungen kan man auf der See nur die von dem ersten Jupiterstrabanten anwenden, bei welchen das Resultat der Rechnung von der wirklichen Erscheinung heutzutage fast nie eine Minute abweicht, und wegen der hinlänglich geschwinden Bewegung die Beobachtung selbst weniger ungewis wird. Die Mondfinsternisse machen, außer dem Irrtum der Rechnung, der Halbschatten sehr ungewis, und überdies ist es eine so seltne Erscheinung, daß man keinen Nutzen für die Seefahrt davon ziehen kan.

Die

\*) Man darf hierbei auch die Bemühungen der Engländer über diesen Gegenstand nicht vergessen; die Längenuhren von Harrison (der deswegen auch einen Theil der Prämie, die auf die Auflösung des Längenproblems gesetzt worden, erhalten hat, und die auf weiten Reisen damit angestellten Versuche.

Die Verfinsterungen der Saturnstrabanten kan man nicht beobachten. Man kan sie nur mit sehr großen Fernröhren von der Erde sehen, und man kent ihre Bewegung nicht hinlänglich. Die Tafeln für die übrigen Jupitersstrabanten sind noch nicht so vollkommen, daß man einen merklichen Irrtum in der Berechnung ihrer Verfinsterungen vermeiden könnte \*), und ihre zu langsame Bewegung macht, daß verschiedene Augen, die verschiedene Beschaffenheit der Atmosphäre, und die verschiedene Stärke der Fernröhre, einen zu großen Unterschied in dem geschätzten Augenblick des Ein- und Austritts hervorbringen, da sich letztere in der That nicht in einem Augenblick, sondern nach und nach eräugnen. Sehr oft würde die Folge von allen Irrthümern zusammen auf mehrere Minuten steigen, und zwei Minuten Irrtum in der Zeit, verursachen einen Irrtum von einem halben Grad in der Länge. Man könnte noch etwas von dem zweiten Trabanten hoffen, man kan sich aber jetzt nur auf den ersten verlassen. Unterdessen kan selbst der erste nicht so gar viel zu dieser Absicht dienen. Denn ob sich gleich alle zwei Tage eine von seinen Verfinsterungen eräugnet, so sind doch die, welche man beobachten kan sehr selten, da man sie weder am Tage, noch in der Dämmerung, noch wenn der Jupiter unter dem Horizont steht, sehen kan; ausserdem steht auch Jupiter zwei Monate hinter der Sonne und wird von ihren Stralen bedekt, während welcher Zeit man keine einzige beobachten kan. Hierzu kömt noch die äußerste Schwierigkeit diese Beobachtung auf der See anzustellen. Alle diese Gründe zusammengenommen haben den Vortheil des Seestuhls, den man in England vorgeschlagen und versucht hat, aufgehoben.

Die

\*) Die Tafeln für den zweiten Jupiterstrabanten sind seit kurzem sehr vervollkommet worden; allein es bleibt immer noch die Schwierigkeit übrig, welche seine langsame Bewegung verursacht, ungerechnet der geringen Anzahl seiner Verfinsterungen.

Die Langsamkeit aller übrigen Bewegungen am Himmel hat den Astronomen die Hoffnung benommen, je ein andres Gestirn zu dieser Absicht anwenden zu können, ausser den Mond, der in jeder Minute beinahe eine halbe Minute fortrückt, so daß eine Minute Irrtum in der Schätzung seines Orts, nur zwei Minuten Irrtum in der Zeit, oder einen halben Grad in der Länge, verursacht; und da jetzt der Irrtum in den Tafeln, fast nie auf eine Minute steigt, so ist sein Ort zu einer für die Seefahrer hinlänglichen Bestimmung der Länge sehr geschickt. Der Mond macht durch die Veränderung seines Orts zwei Arten von Verfinsterungen, die man mit aller Genauigkeit beobachten kan, nämlich Bedeckungen der Sonne und der Fixsterne von dem Monde. Dergleichen auf dem festen Lande beobachtete Erscheinungen haben sehr viel zur Vervollkommenung der Geografie beigetragen, allein für die Schifffahrt selbst sind sie weniger geschickt, theils weil sie sich so selten eräugnen, theils weil es schwerer ist sie auf dem Schiffe gut zu beobachten, ungerechnet noch die Schwierigkeit, welche die für einen Seeman zu lange und zu verwickelte Rechnung, um daraus die Länge zu finden, verursacht. Man hat sich deswegen auf die Entfernungen des Mondes von der Sonne und einigen Fixsternen einschränken müssen, die man alle Tage und Nächte beobachten kan, wenn der Mond über dem Horizont steht.

Es standen sonst der Anwendung dieser Methode zwei wichtige Schwierigkeiten entgegen; die eine von Seiten der Theorie, die Entfernungen nämlich selbst für eine gegebene Zeit gehörig zu bestimmen, die andre von Seiten der Ausübung, die Erscheinung auf der See genau zu beobachten. Die letztere Schwierigkeit hat man größtentheils durch den Gebrauch des Sextanten gehoben, und eben so die erste, durch die ungeheuren Arbeiten welche die Engländer ohnlängst aus dieser Absicht unternommen haben,

haben, sie haben von drei zu drei Stunden diese Entfernung für die Londoner Zeit berechnet, und ein großes Werk herausgegeben, um die Berichtigung wegen der Strahlenbrechung und Parallaxe bei der beobachteten Entfernung zu erleichtern. Man kann darüber die Connoissance des temps für 1775 nachsehen, wo davon geredet wird, auch findet man daselbst Beispiele mit der ganzen Rechnung, die von allen Seeleuten ausgeführt werden kan.

Um die Rechnung über die Entfernung des Mondes von der Sonne oder einem Fixstern führen zu können, mus ihre Länge und Breite bekant sein, alsdan hat man in dem sphaïschen Triangel, dessen Winkel am Pol der Ekliptik, am Mond und an dem Stern sind, den Winkel am Pol, welche der Unterschied der Länge ist, und die beiden anliegenden Seiten, welche die Summe oder Differenz von neunzig Grad und den Breiten sind, hieraus findet man die dem Winkel am Pol gegenüberstehende Seite, welches die gesuchte Entfernung ist. Die Länge der Sonne und die Länge und Breite eines Fixsterns ist bald gefunden, allein zum Mond werden die erhabensten und verwickeltesten Untersuchungen der ganzen Astronomie erfordert. Die Tafeln die wir endlich besizen, und die hinlänglich genau sind, um sie für diesen Gegenstand anwenden zu können, haben den Astronomen unendliche Arbeit, und den größten Geometern die tiefsten und feinsten Untersuchungen gekostet. Noch ist es eine sehr lange und äufferst beschwehrliche Rechnung aus diesen Tafeln selbst den Ort des Mondes zu bestimmen, und erfordert einen in diesem Stük sehr geübten Astronomen. Aus der Astronomie mus man übrigens noch den scheinbaren Durchmesser der Sonne und des Mondes nehmen, um die Entfernung der Ränder, welche der Oskant unmittelbar angibt, in die scheinbare Entfernung der Mittelpunkte zu verwandeln; so wie auch die Refraktion und Parallaxe, um die scheinbare Entfernung in die wahre zu verwand-



verwandeln, so wie man sie aus dem Mittelpunkte der Erde sehen würde.

Der scheinbare Durchmesser des Mondes und seine Parallaxe, so wie auch die Parallaxe der Sonne, und die Refraktion beider Gestirne, hängt von ihrer Höhe über den Horizont ab. Für die Sonnenparallaxe die nur wenig Sekunden beträgt, braucht man die Höhe nur ungefähr zu haben, aber für das übrige mus man die Höhen mit mehr Genauigkeit bestimmen. Man könnte diese Höhen durch die sßarische Trigonometrie bestimmen, aus der graden Aufsteigung und Abweichung, die man für die Stunde der Beobachtung aus der Connoissance des temps nehmen könnte, wenn man jene Stunde nach dem, aus der Schätzung ungefähr bekanten, Unterschied der Längen in Pariser Zeit verwandelt hätte, und der Irrtum, den die etwas unrichtige Schätzung in den Höhen hervorbringen würde, würde nicht so groß sein; allein um sich vor diesem Irrtum sicher zu stellen, und die lange Rechnung die zur Bestimmung der Höhen nothwendig ist, zu vermeiden, ist es viel besser sie aus einer unmittelbaren Beobachtung zu nehmen, welche entweder zwei Beobachter in dem Augenblick in welchen man die scheinbare Entfernung mißt, oder derselbe Beobachter etwas vorher und nachher anstellt, um daraus die Höhe für den Augenblick der beobachteten Entfernung zu ziehen, nach der bekanten Methode des Verhältnisses zwischen den Differenzen. Wenn man die Parallaxe und Refraktion gefunden hat, so kan man die beobachtete Entfernung durch die Auflösung zweier sßarischen Triangel, deren Winkel im Zenit, in dem Monde und in dem Stern sind, berichtigen. In dem ersten dieser beiden Triangel sind die drei Seiten bekant; zwei sind die beiden scheinbaren Abstände vom Zenit, als Ergänzungen der beiden beobachteten Höhen, und die dritte ist die Entfernung selbst, die man ebenfals beobachtet hat. Man findet daraus den

Win-

Winkel am Zenit, der dieser letzten Seite gegenüber steht; alsdan braucht man in dem zweiten Triangel diesen Winkel, mit den beiden berichtigten Entfernungen vom Zenit, welches die anliegenden Seiten sind; daraus ergibt sich die dritte Seite, welches die berichtigte Entfernung ist. Um die Auflösung dieser Triangel zu vermeiden, gibt man gleichgiltige Formeln, durch welche man diese Berichtigung anbringt, und zieht daraus Regeln zu einer Rechnung, die sich auf die trigonometrischen Tafeln gründet. Von dieser Art ist die Methode des Herrn Chevalier de Borda, die er dem Herrn de la Lande mitgeteilet hat; letzterer hat sie in der *Connoissance des temps* von dem obengenannten Jahr eingerückt (S. 309. \*). Allein das große englische Werk von 1200 Seiten erspart den Seeleuten diese Mühe, und setzt an die Stelle der trigonometrischen Aufgaben Tafeln, vermittelst welche man durch eine weit einfachere Rechnung seine Absicht erlangt.

Wenn die berichtigte Entfernung eben so groß ist als eine von denen, die in der *Connoissance des temps* \*\*) angegeben sind, so ist die Stunde welche darneben steht, die, welche man in Paris\*\*\*) zu der Zeit zählt. Gewöhnlich wird die gefundene Entfernung zwischen zwei in der *Connoissance des temps* angegebenen inne liegen; alsdan braucht man folgendes Verhältnis: wie sich ihr Unterschied verhält zu dem Unterschied der vorhergehenden und folgenden, so verhalten sich drei Stunden zu einer Anzahl Stunden, die man zu der vorhergehenden Stunde addiren mus, um die Stunde von Paris zu haben. Der Unterschied zwischen  
dieser

\*) Man findet sie auch, außer in des Herrn Borda und seiner Begleiter eigner Werke, in den logarithmischen Tafeln die Callet 1783 zu Paris herausgegeben hat.

d. II.

\*\*) Oder in dem *Nautical Almanac*.

d. II.

\*\*\*) Oder London.

d. II.

dieser Stunde und der Stunde des Schiffs gibt sodan die Länge, funfzehn Grad auf eine Stunde gerechnet.

## Fünfter Abschnitt.

### Von den Instrumenten.

Die Instrumente welche man in der Astronomie braucht sind dreierlei; optische, mechanische, und geometrische. Zur ersten Gattung gehören diejenigen durch welche man die Schwäche des Gesichts unterstützt, zur zweiten die, welche zu einem genauen Zeitmaße dienen, und zur dritten die, durch welche man die Winkel misst.

Um das Gesicht zu unterstützen, bedienet man sich der Spiegelteleskope und Fernröhre, unter den letztern sind die achromatischen sehr nützlich wegen der großen Wirkung die sie bei geringer Länge haben. Es gibt viel wesentliche Stücke die sich auf ihre Natur beziehen, und die ein Astronom nothwendig wissen mus, um sich bei ihrem Gebrauch nicht zu irren. Aber eine ausführliche Erläuterung derselben, so wie vieler andern Gegenstände, die sich auf die Berichtigung der Instrumente beziehen, kan in diesem Auszug nicht vorgetragen werden.

Um ein gleichförmiges Maß der Zeit zu haben, bedient man sich der Uhren. Pendeluhren sind einem Beobachter auf dem festen Lande unumgänglich nothwendig, und um die Beobachtungen hinlänglich sicher anstellen zu können, müssen sie so eingerichtet sein, daß die verschiedene Wärme und Kälte keinen Einfluss auf ihren Gang haben. Man macht sie jezt hinlänglich vollkommen, so daß sie in mehreren Tagen um keine Sekunde irren. Eine gute Sekundenuhr, wo die Hemmung nicht durch ein Pendul geschieht, hält mehrere Stunden einen gleichförmigen Gang, und da Pendeluhren auf der See wegen des

Schwankens des Schiffes nicht gebraucht werden können, so mus man eine von jenen Uhren zum gewöhnlichen Gebrauch auf den Schiffen haben. Um die Zeit des Orts von dem man ausreist auf dem Schiffe zu behalten, und sich derselben zur Findung der Länge zu bedienen, mus man nothwendig eine von den Uhren haben, die man **Längenuhren** nennt, und die man jetzt mit einer hinlänglichen Genauigkeit zu verfertigen angefangen hat; allein von diesem Instrument kan wegen seiner Seltenheit und wegen seines Preises noch nicht algemein Gebrauch gemacht werden.

Unter die Instrumente welche man zum Messen der Zeit braucht, kan man auch das **Passagen- oder Durchgangsinstrument** rechnen, weil es den Augenblick des Durchgangs eines Sterns durch den Meridian zu bestimmen dient. Es ist ein Fernrohr das man senkrecht an einer horizontalen Aze befestigt hat, welche perpendicular auf der Mittagslinie steht. An demselben sind in dem Brennpunkt des Objectifs zwei Fäden angebracht, die sich einander unter rechten Winkeln durchschneiden; der eine dieser Fäden steht horizontal, der andre senkrecht auf dem Horizont. Indem sich das Fernrohr mit dieser Aze dreht, welche so eingerichtet ist, daß sie sich um sich selbst drehen kan, so bleibt der zweite Faden beständig in Einer Vertikalfläche, nämlich in der Fläche des Meridians, und alle Sterne gehen parallel mit dem horizontalen Faden hinter dem andern Faden weg, in dem Augenblick in dem sie in den Meridian kommen. Um das Instrument recht genau zu stellen, mus die Aze des Fernrohrs auf die Umdrehungsaxe recht senkrecht sein, diese aber recht horizontal, und auf die Mittagslinie senkrecht. Man kan seine Lage durch korrespondirende Höhen eines Fixsterns berichtigen, diese geben den Augenblick seines wahren Durchgangs durch den Meridian, der Unterschied zwischen diesem und dem Augenblick des Durchgangs durch den senkrechten Fa-

den

den des Instruments, gibt den Irrtum in der Richtung des letztern. Ich habe der Pariser Akademie der Wissenschaften \*) eine Methode mitgeteilt, um die drei Irrtümer in der Lage dieser beiden Axen, durch drei beobachtete Unterschiede zu bestimmen, in der Absicht sie zu berichtigen oder daraus Tafeln zu ziehen, um den Unterschied in einer jeden andern Richtung zu haben. Dieses hinlänglich berichtigte Instrument ist ungleich geschickter den wahren Mittag zu bestimmen als eine Mittagslinie.

Man bringt an einer Seite desselben einen mit der Axe konzentrischen Halbkreis, in einer Vertikalfläche an, mit einem an der Axe selbst befestigten Zeiger, welcher auf dem Halbkreis die Höhe der Richtung von der Axe des Fernrohrs, oder seinen Abstand vom Zenit angibt. Dieser Zirkel gehört schon zu den Instrumenten durch welche die Winkel gemessen werden, und er würde, wenn er groß genug wär, stat eines doppelten Mauerquadranten, eines nördlichen und südlichen, dienen können.

Der Mauerquadrant ist ein Quadrant von einem großen Halbmesser, fest an eine Mauer so angebracht, daß sein Kreisbogen genau in der Fläche des Meridians steht. Man bringt dabei ein Fernrohr an, das an einem Zylinder befestigt wird, dessen Axe horizontal ist, und durch den Mittelpunkt des Quadranten geht. Das gedachte Fernrohr dreht sich um die Axe, und hat zwei Kreuzfäden wie das Durchgangsinstrument. Es giebt verschiedene Methoden seiner Lage zu berichtigen, er mus genau in der Fläche des Meridians stehen, und die Halbmesser durch

§ 2

o und

\*) Man findet alles was diesen Gegenstand betrifft in der ersten Abhandlung des vierten Bandes meiner optisch-astronomischen Schriften; so wie man überhaupt in den Abhandlungen dieses Bandes eine große Menge von Methoden antrifft, die sich auf die Berichtigung der astronomischen Instrumente beziehen.

0 und  $90^\circ$  müssen genau horizontal und senkrecht sein, so wie auch die Aze des Fernrohrs seiner Fläche parallel sein mus. Alsdan gibt er den Augenblick des Durchgangs durch den Meridian, und die Höhe oder den Abstand vom Zenit an. In mehrern großen Sternwarten hat man zwei Mauerquadranten, einer ist gegen Süden, der andre gegen Norden gerichtet. Es gibt vortrefliche dergleichen Instrumente, die selbst nicht eine oder zwei Sekunden Irthum geben; allein es würde ungleich nützlicher sein, einen einzigen zu haben, der sicher an einer vertikalen Aze befestigt wär, mit einer Alidade, die in einem großen horizontalen Kreise zugleich das Azimut und die Höhe geben würde, wie wir schon oben erinnert haben.

Er würde auch stat eines beweglichen Quadranten dienen können, durch welchen man jetzt gewöhnlich die Höhen nimt. Insgemein ist an diesem, an einer Seite desselben ein Fernrohr befestigt, und aus seinem Mittelpunkt hängt ein senkrechter Faden herab. Er ist so an sein Statif angebracht, daß man ihn vertikal nach allen Seiten wenden kan, er selbst läßt sich um eine horizontale Aze drehen. Der Durchschnitt der beiden Fäden in dem Brennpunkt des Objektfis bestimt die Richtung des Gegenstandes, und der senkrechte Faden gibt das Zenit an; daher schneidet der Faden auf dem Kreisbogen den Abstand des Zenits von der Richtung des Fernrohrs, und auf der andern Seite die Höhe ab. Manchmal läßt man den senkrechten Faden weg, und läßt den Quadranten nicht um seine Aze drehen, bringt aber dafür eine Alidade an, an welcher das Fernrohr befestigt ist. Man bedient sich auch stat des beschriebenen Quadranten eines Sextanten; man befestigt ein Fernrohr an eine Seite desselben, und ein andres auf dieses erste senkrecht durch den Mittelpunkt, auf diese Art kan der senkrechte Faden, der aus dem Mittelpunkt herab hängt, alle Höhen so gut angeben, als der ganze

ganze Quadrant. Für sehr feine Beobachtungen von Sternen die nahe am Zenit stehen, braucht man Sektoren von einem sehr großen Halbmesser, deren Kreisbogen nur wenig Grade hält, dergleichen Sektoren sind verschiedentlich eingerichtet, man hat sie mit Vorteil bei den Messungen der Meridiangrade gebraucht, die man die Gestalt der Erde zu bestimmen unternommen hat.

Man hat noch ein andres sehr nützliches Instrument, das häufig im Gebrauch ist; nämlich ein Fernrohr, das sich um eine Axc dreht, die senkrecht an eine andre Axc befestigt ist, welche man der Weltaxe parallel gestellt hat; diese zweite Axc ist mit einem Zeiger versehen, der sich mit ihr herumdreht, und auf einem auf die Axc perpendicularen Kreise die Stunden angibt; die erste Axc trägt außer dem Fernrohr ebenfalls einen Zeiger, welcher an einem auf die zweite Axc befestigten Kreise die Declinationen angibt. Wenn man diesen letztern Zeiger auf die Abweichung eines Sterns stellt, so beschreibt das Fernrohr, indem es sich um die zweite Axc dreht, am Himmel einen Parallelkreis des Aequators, daher hat dieses Instrument den Namen *parallaktische Maschine* erhalten. Vermittelt dieser Maschine findet man die Sterne leicht am hellen Tage, und kan die unbekante Stellung eines Sterns mit der bekannten eines andern vergleichen.

Es gibt eine Menge von Instrumenten, durch welche kleine Entfernungen gemessen werden; man nent sie *Mikrometer*. Manche bestehen aus Fäden, oder feinen in Glas geschnittenen Linien, die man in dem Brennpunkt des Objectivglases eines Fernrohrs anbringt; andre bestehen aus einem Faden der sich vermittlest einer Schraube parallel bewegt, mit der Schraube dreht sich zugleich ein kleiner Zeiger um, der auf einem eingetheilten Kreise die Theile jeder Umdrehung abmisst, diese Theile mit der Anzahl der ganzen Umdrehungen geben die Größe der Bewe-

gung, und dadurch das gesuchte Maß. Man hat auch eine Art Mikrometer die man Objektmikrometer nennt. Um es zu machen schneidet man ein Objekt von großer Breite mitten durch. Man faßt die beiden Halbkreise so, daß, wenn man sie an ein Spiegelteleskop oder Fernrohr perpendikular auf die Axe desselben, gegen das Objekt, anbringt, man ihre Stellung verändern und eins neben dem andern wegschieben kan. Wenn beide Halbkreise so zusammengefügt sind, daß ihre Durchmesser einander decken, so sieht man nur Ein Bild des Objekts; werden sie aber verschoben so macht jeder Teil sein eignes Bild; auf dem Instrument wird bemerkt um wie viel beide Halbkreise verschoben worden, das gibt die Entfernung der beiden Bilder und dadurch das gesuchte Maß der kleinen Größen.

Alle diese Instrumente der dritten Gattung können auf keinem von den Wellen bewegten Schiffe gebraucht werden, außer etwan das Objektmikrometer, dessen man sich bedienen könnte, wenn das Schwancken des Schiffes nicht zu stark ist, doch ist es ungleich geschickter die Theorie, der Astronomie vollkomner zu machen als von einem Seeman gebraucht zu werden. Man könnte zwar, durch ein an ein gutes Fernrohr angebrachtes Objektmikrometer, das sich leicht behandeln lies, sehr kleine Entfernungen des Mondes von einem Fixstern, mit hinlänglicher Genauigkeit auf der See beobachten, und daraus die Länge des Schiffs finden. Allein diese Erscheinung ist wie die Bedeckungen der Fixsterne vom Monde selten, und überhaupt für einen Seeman zu schwer zu berechnen. Doch mus er von mehreren auf dem festen Lande gebräuchlichen Instrumenten hinlängliche Kenntnis und Uebung haben, um sich derselben bei einer Landung bedienen zu können, damit die Länge und Breite des Landungsplatzes desto sicherer bestimmt wird. Zu dieser Absicht wird es vorteilhaft sein,  
wenn



wenn er mit einem guten Quadranten von zwei oder drei Fuß im Halbmesser, mit einer guten Penduluhr, einem Fernrohr das die Verfinsterungen der Jupiters Trabanten zeigt, und mit einem tragbaren Durchgangsinstrument versehen ist. Durch seinen Quadranten wird er mit hinlänglicher Genauigkeit die Höhen nehmen, und daraus die Breite und den Gang der Uhr bestimmen können; alsdan gebe ihm eine Verfinsterung des ersten Jupiters Trabanten, die er mit aller möglichen Leichtigkeit und Genauigkeit beobachten kan, sogleich die Länge, ohne daß er einen Irrtum von fünf französischen Meilen befürchten darf; ausserdem werden ihm auch noch die Verfinsterungen der andern Trabanten zur Bestimmung der Länge von seinem Landungsorte dienen können, wenn er nach seiner Rückkehr Beobachtungen findet, die über dieselbe Verfinsterung an bekannten Orten angestellt worden sind. Wenn er das Durchgangsinstrument gehörig gestelt hat, so wird ihm eine leichte genau angestellte Beobachtung die Länge geben; wenn er den Durchgang des Mondes durch den Meridian beobachtet, so findet er daraus seine gerade Aufsteigung mit hinlänglicher Genauigkeit, entweder unmittelbar durch die Stunde der Sonnenzeit selbst, indem er sie mit der geraden Aufsteigung der Sonne vergleicht, oder aus dem Unterschied der Zeit zwischen seinem Durchgang und dem Durchgang eines Fixsterns. Aus der geraden Aufsteigung des Mondes kan er die Länge finden, wenn er sie mit den geraden Aufsteigungen vergleicht, die man nach dem was man in der Connoissance des temps findet berechnen kan. Noch leichter und genauer wird er die Länge seines Orts nach seiner Rückunft finden, wenn er seine Beobachtung mit dem Durchgange des Mondes durch den Meridian vergleicht, der an demselben Tage auf einer bekannten Sternwarte beobachtet worden. Auf die Art wird er der Geografie und der Schiffahrt einen beträchtlichen Dienst erwiesen, indem er zur Verbesserung der Seekarten

E 4

beiträgt,

beiträgt, die noch jetzt mit vielen gefährlichen und sehr oft schädlichen Irthümern angefüllt sind.

Zum Beobachten auf der See hatte man sonst Instrumente welche die Höhen mit wenig Genauigkeit, und nur ungefähr angaben. Allein alles hat sich geändert, seit der Reflexionsoktant durch Hadley \*) bekannt geworden ist, er führt daher auch den Namen des Hadleyschen Oktanten, ob man gleich dessen Erfindung dem großen Newton verdanken muß, nach dessen Angabe schon fünfzig Jahr vorher solche Instrumente gemacht worden sind, wie Herr Magellan in seiner Description des Octans et Sextans anglois gezeigt hat. In diesem Werke findet man die verschiedenen Arten dieser Instrumente beschrieben, mit demjenigen was er selbst getan hat, und mit allen den Vorsichtsregeln die man befolgen muß um sie gehörig zu berichtigen, und die Irthümer zu vermeiden, die sich leicht bei ihrem Gebrauch einschleichen können. Wir wollen hier von demjenigen der am meisten im Gebrauch, und der einfachste ist, eine kurze Beschreibung geben. Der Reflexionsoktant hat einen Bogen der den achten Teil von dem Umfang eines Kreises beträgt, woher er seinen Namen erhalten hat, dieser Bogen ist in halbe Grade geteilt, die aber bei dem Gebrauche so viel als ganze Grade gelten, vor 0 und nach 90 dieser Grade trägt man gewöhnlich noch zehn Grad mehr auf; jeder dieser Grade ist wieder in drei Teile geteilt, welche also jeder zwanzig Minuten betragen, die Minuten welche man noch dazu setzen muß, bestimmt ein Nonius, der auf einer um den Mittelpunkt des Oktanten beweglichen Alidade gezeichnet ist. Auf diese Alidade ist im Mittelpunkt selbst ein Spiegel befestigt, der auf der Fläche des Instruments senkrecht steht. Ein anderer, aber nur zur Hälfte belegter Glasspiegel, ist auf

\*) Im Jahr 1731.

auf einer von beiden Seiten des Oktanten befestiget, und zwar so, daß er dem ersten auf der Alidade parallel steht, wenn diese den o Punkt auf dem Kreisbogen abschneidet. Auf der andern Seite des Oktanten ist eine Diopter angebracht, durch welche man, durch den unbelegten Teil des zweiten Glaspiegels hindurch, nach einem entfernten Gegenstand sieht, eben diesen Gegenstand sieht man, wegen der doppelten Reflexion der beiden Spiegel, wenn sie einander parallel stehen, entweder auf demselben Teil des zweiten Glaspiegels wenn der Gegenstand Licht genug hat, oder daneben auf dem belegten Teile desselben. Indem man die Alidade mit ihrem Spiegel dreht, so verläßt die Gesichtslinie, welche zur doppelten Reflexion gehört, ihre vorige Richtung, in der sie mit der aus dem Auge unmittelbar nach dem Gegenstand gezogenen Linie parallel war, und entfernt sich um einen Winkel der doppelt so groß ist als der, um welchen die Alidade bewegt worden ist; denn da die Perpendikularlinie auf den ersten Spiegel, sich um eben so viel dreht als die Alidade selbst, so mus sich der veränderliche einfallende Strahl, der mit dem beständigen zurückgeworfenen Strahl einen Winkel macht, welche durch die gedachte Perpendikularlinie in zwei gleiche Teile geteilt wird, um den doppelten Winkel drehen. Ein Andreer halb belegter Spiegel ist auf eben der Seite des Oktanten angebracht welche den ersten trägt, und so gestellt, daß man durch eine zweite vor ihm befestigte Diopter, und durch seinen unbelegten Teil, einen Gegenstand sieht, der dem gerade entgegengesetzt ist, den man durch die doppelte Reflexion des beweglichen Spiegels an der Alidade, und jenes ersten festen, sieht.

Durch dieses Instrument läßt sich der Winkel bestimmen, den zwei aus dem Auge nach zwei verschiednen Gegenständen gezogene Linien mit einander machen. Man hält das Instrument mit der einen Hand so, daß seine

Fläche durch das Auge und die beiden Gegenstände geht. Man sieht durch eine Diopter und durch den unbelegten Teil des zu ihr gehörigen Spiegels nach dem einen Gegenstand, und dreht die Alidade so lange bis der andre durch die doppelte Reflexion in demselben Spiegel erscheint. Sieht man daß der Winkel weniger Grade halten wird, als auf dem Bozen gezeichnet sind, das heißt daß er spizig oder nur wenig stumpf sein wird, so bedient man sich der ersten Diopter, und wendet sich so, daß man beide Gegenstände vor sich hat, man nent dieses vorwärts beobachten. Sieht man daß der zu messende Winkel größer sein wird, so wendet man sich gegen das Objekt, das man gerade aus sehen wil, und läßt das andre im Rücken liegen, dieses nent man rückwärts beobachten; übrigens verfährt man eben so, man sieht erst nach dem einen Gegenstand gerade aus, und dreht alsdan die Alidade so lange, bis der andre in dem Spiegel erscheint. Im ersten Fal gibt die Alidade den gesuchten Winkel sogleich, im andern Fal mus man den Winkel den die Alidade gibt von  $180^{\circ}$  abziehen. Man sieht gewöhnlich nach dem Gegenstand, der das wenigste Licht hat, oder am unkenlichsten ist, gerade aus, weil bei der doppelten Reflexion Stralen verlohren gehen.

Der wichtige Gebrauch der von diesem Instrument gemacht wird, besteht in dem Nehmen der Höhe der Sonne oder eines andern Sterns, und in dem Messen des Abstands des Mondes von der Sonne oder von einem Fixstern. Wenn man das letztere tuhn wil so richtet man die Diopter und den dazu gehörigen Spiegel nach dem Fixstern, und läßt den Rand des Mondes vermittelst der doppelten Reflexion auf denselben Punkt fallen, indem man das Instrument etwas bewegt, bis der Fixstern den Rand berührt; mißt man hingegen Entfernungen von der Sonne, so richtet man sich nach dem Mond, und läßt die  
Sonne

Sonne auf den Spiegel fallen. Um von den Strahlen der Sonne nicht geblendet zu werden, gebraucht man ein gefärbtes Glas, daß man wenn es nöthig ist zwischen die beiden Spiegel stellen kan.

Wenn man die Höhe messen wil, richtet man sich gegen den sichtbaren Horizont, hält das Instrument vertikal, und bringt nun den Stern vermittelst der Alidade an denselben Punkt, indem man durch eine kleine Seitenbewegung den Stern so lange vor- und rückwärts gehen läßt, bis er auf ihn trifft; alsdan hat man auf dem Bogen des Instruments die Höhe, wenn man vorwärts beobachtet hat; wil man rückwärts beobachten, so hat man die Entfernung des Sterns von dem entgegengesetzten Punkt des Horizonts, welche das Supplement der Höhe gibt. Manchemahl ist man genöthigt rückwärts zu beobachten, wenn nämlich eine Küste oder ein Nebel den sichtbaren Horizont vorwärts verdeckt; auf der ofnen See kan man fast immer vorwärts beobachten. Allein es ist sehr vortheilhaft die Beobachtung über dieselbe Höhe zugleich vorwärts und rückwärts anzustellen, weil man auf diese Art die Berichtigung über das Senken des sichtbaren Horizonts mit mehrerer Sicherheit anstellen kan. Wir haben schon erinnert daß man über dieses Senken für jede Erhöhung des Auges über die Meeresfläche Tafeln berechnet hat. Allein der Wert dieser Tafeln wird durch die Refraktion, die nach der verschiednen Beschaffenhet der Atmosphäre sehr veränderlich ist, unsicher. Da sich die Gesichtslinie auf der Oberfläche der See, in den verschiednen Richtungen um das Schiff herum, nicht sehr entfernt; so ist die Refraktion gewöhnlich von allen Seiten gleich groß. Daher ist auch die Senkung des Horizonts in beiden entgegengesetzten Beobachtungen gleich. Man hat also durch beide Beobachtungen 180 Grad und die doppelte Senkung, zieht man die Hälfte dieses Bogens der über 180 Grad ist, von der durch das vorwärts Beobachten

gefun-

gefundenen Höhe ab, so hat man die wahre Höhe, unabhängig von der veränderlichen und ungewissen Refraktion.

Wenn der sichtbare Horizont auf beiden Seiten bedekt ist, so kan man, wenn die Bewegung des Schiffs nicht zu heftig ist, stat dessen die Oberfläche eines still stehenden Wassers, oder eines Spiegels, der sich, so lange die Beobachtung währt, horizontal erhält \*), gebrauchen. Man richtet sich gegen das Bild des Gegenstandes, das durch die Reflexion auf dieser Fläche gemacht wird, und führt das andre Bild des Gegenstandes vermittlest der Alidade auf denselben Punkt. Man erhält hierdurch das Doppelte der Höhe, weil der Gegenstand in diesem Spiegel um eben so viel unter dem Horizont erniedrigt ist, als er sich wirklich über denselben erhebt. Diese Beobachtung ist von dem Senken des sichtbaren Horizont unabhängig.

Ehe man den Oktanten wirklich zu Beobachtungen braucht, mus man vor allen Dingen untersuchen, ob er auch gehörig eingerichtet ist, das heißt, ob die Spiegel richtig stehen, ob der Kreisbogen genau mit der Ase der Alidade konzentrisch, ob der Bogen und der Nonius richtig eingetheilt ist. In den Schriften über dieses Instrument gibt man besondre Regeln über diese Berichtigung. Auch mus man sich in der Behandlung desselben üben, vorzüglich mus man das Instrument ohne Zeitverlust in der Fläche des Auges und der Gegenstände bringen können, so wie man überhaupt bei allen Beobachtungen hinlänglich geübt sein mus.

Es ist uns nun nichts mehr übrig als noch zwei Worte über den *Variations-* und den *Strichkompas* hinzuzusetzen.

\*) Der künstliche Horizont des Engelländers Serpson. Eine polierte Metallscheibe dreht sich um den Mittelpunkt der Schwere, und bleibt so lange die Bewegung dauert, horizontal. D. II.

zuzusetzen. Man braucht sie nur zu sehen um sie zu kennen. Der Strichkompass ist eine bloße Busssole, welche die Richtung der Winde angibt, wenn man die Berichtigung wegen der Abweichung der Magnetnadel weiß. Dieser Kompass hat an sich selbst keine Verbindung mit der Astronomie. Der Variationskompass hat einen horizontalen in Grade eingetheilten Zirkel, eine Magnetnadel in dem Mittelpunkt desselben, eine horizontale um eben diesen Mittelpunkt bewegliche Alidade mit senkrecht auf derselben stehenden Dioptern. Man dreht das Instrument so, daß die Magnetnadel auf Null zeigt; alsdan richtet man die Alidade, vermittlest der Dioptern nach dem Gegenstand. Die Alidade selbst gibt auf dem Zirkel das falsche Azimut an, dieses mit dem wahren, aus einer astronomischen Beobachtung hergeleiteten Azimut verglichen, gibt die Variation, nach welcher man die Angabe der Busssole berichtigt.

---

## Kurze Uebersicht der in diesem Abriss vorgelegten Materien.

### Erster Abschnitt.

#### Von den Gestirnen und ihrer scheinbaren Bewegung.

**D**rei Arten von Sternen, Fixsterne, Planeten und Kometen: Unermessliche Anzahl der Fixsterne: unveränderliche Lage gegen einander: ungeheure Entfernung: eignes Licht: ihre wirkliche Größe ist unbekant: ihr scheinbarer Durchmesser Null: ihre scheinbare Größe kömmt von der Abirrung der Lichtstrahlen in dem Auge. — (S. 1).

Unterschied unter diesen scheinbaren Größen, erste, zweite bis sechste: teleskopische Sterne: Ursache ihres Funkelns. — (S. 2).

Eingebildete ungeheure Himmelsfläche: Sternbilder: Planisfären von Vaugondy: Globus von de la Lande: neueste Sternbilder: Zeichen des Vierkreises: Pole. — (S. 3).

Planeten: Ursprung dieses Namens: sieben Hauptplaneten, zwölf Nebenplaneten: der Mond ein Trabant der Erde, vier Trabanten des Jupiters, fünf des Saturns, Ring desselben (zwei bis jetzt bekante Trabanten des Uranus): eignes Licht der Sonne: geborgtes der Planeten: Beweis davon. — (S. 5.).

Kometen: ihre große Anzahl: von 73 sind bis jetzt die Bahnen bekant: Zeit des periodischen Umlaufs ist wenigstens



nigstens von zweien bekannt: weißlicher Kern: Schweif: erhalten ihr Licht von der Sonne: Veränderung ihrer Lage unterscheidet sie von Nebelsternen. — (S. 6.).

Tägliche Umdrehung des ganzen Himmels: Pole: Aequator: südliche und nördliche Hemisphäre: die Stellung der Himmelskörper gegen einander wird durch diese Bewegung nicht verändert: diese Bewegung ist nur scheinbar, und wird durch die wirkliche Umdrehung der Erde um ihre Ase verursacht. — (S. 7).

Refraktion: tägliche Parallaxe: ihr Ursprung und Veränderung: entgegengesetzte Wirkung: erstere ist für alle Sterne gleich: die zweite für die entferntern geringer: bei dem Mond etwas weniger mehr als ein Grad, bei den andern Planeten sehr klein: bei den Fixsternen nicht zu bemerken: Abirrung der Lichtstrahlen: kleine scheinbare Bewegung die daraus entsteht. — (S. 8).

Große aber sehr langsame Bewegung aller Sterne um die Ase der Ekliptik, welche das Vorrücken der Nachtgleichen genant wird. — (S. 9).

Nutation der Ase als eine kleine gemeinschaftliche Bewegung: die merkwürdigsten Bewegungen der Fixsterne sind viererlei, die tägliche Bewegung, die Vorrückung, die Aberration und Nutation.

Zwei andre kleine scheinbare Bewegungen, und einige besondre wirkliche Bewegungen, die ihres ungeheuren Abstandes wegen sehr gering zu sein scheinen. — (S. 10).

Scheinbare Bewegung der Planeten: jährliche Bewegung der Sonne in der Ekliptik: Ausschweifung der andern Planeten zu beiden Seiten der Ekliptik in dem Tierskreis: Neigung der Mondbahn: Knoten: periodischer Umlauf: synodischer Umlauf: Fasen: Szigien.

Entstehung der Mondsfasen: die Hälfte seiner Oberfläche ist immer erleuchtet. — (S. 11.).

Veränderung seiner Bahn: Irregularität in seiner Bewegung: Ursache der Sonnen- und Mondfinsternisse.

Bewegung der übrigen Planeten: gewöhnlich bewegen sie sich gegen Morgen: Zurückgehen und Stillstehen der Planeten: Venus und Merkur untere Planeten: ihre geringe scheinbare Entfernung von der Sonne: Opposition der übrigen: Zeit des Zurückgehens: Merkur und Venus in der Sonnenscheibe: Irregularitäten der scheinbaren Bewegung der Planeten entstehen aus der Verbindung ihrer wahren Bewegung mit der wahren Bewegung der Erde. — (S. 12.).

Sonnenflecken: Umdrehung der Sonne um ihre Ase: eben die Erscheinung an den Planeten beobachtet oder vermutet. — (S. 13.).

Große Verschiedenheit in den Erscheinungen und Bewegungen der Kometen: erscheinen in allen Gegenden des Himmels; bewegen sich in allen Richtungen: der Schweif ist von der Sonne abwärts gerichtet: manchmal von dem Kometen verdeckt: scheinbare Irregularität in ihrer Bewegung, weil sie aus keinem festen Punkte beobachtet wird.

Wirkung der Fortpflanzung des Lichts bei den Planeten: berichtigt bei dem Mond und den irdischen Gegenständen die Wirkung der Aberrazion. — (S. 14.).

## Zweiter Abschnitt.

### Von der Armillarsphäre und der künstlichen Himmelskugel.

Zwei Kugelflächen, eine bewegliche und unbewegliche die sphaerische Erde im Mittelpunkte: Größe der Zusammenbrückung unter den Polen.

Ursprung des Namens Armillarsphäre: zehn Zirkel, sechs größte, vier kleinere: ihre Namen. — (S. 15).

Wirklicher, sphaerischer und sichtbarer Horizont: letzterer senkt sich wegen der Erhöhung des Auges.

Zenit und Nadir: Einteilung des Horizonts in Grade: Winde, ihre Anzahl und Namen.

Meridian: Ursprung dieses Namens: seine Lage: seine Pole. — (S. 16.).

Aequator: man denkt sich zwei, einen beweglichen und einen an der unbeweglichen Kugelfläche: seine Pole.

Eklipstik: ihre Neigung gegen den Aequator ist etwas veränderlich: durchschneidet den Aequator in zwei Punkten: die Grade werden auf der Eklipstik und dem Aequator von dem Durchschnitte im Frühlingspunkte an gegen Morgen gezählt: ihre Entfernung von dem Aequator auf beiden Seiten desselben.

Zeit der Aequinoctien: Ursprung von ihnen und den Solstizien: auf- und absteigende Zeichen: vier merkwürdige Punkte, zwei Aequinoctial- und zwei Solstizialpunkte: tägliche Bewegung der Sonne in Schraubengängen: die daher nötige Berichtigung bei übereinstimmenden Sonnenhöhen. — (S. 17.).

Zurückgehen des Aequinoctialpunktes: Ursprung von dem Vorrücken der Nachtgleichen. — (S. 18.).

Sichtbarer und eingebildeter Tierkreis: der erste ist von dem zweiten um ein Zeichen vorgezogen: Pole der Ekliptik: ihre Lage: Wirkung des Vorrückens der Nachtgleichen: Polarstern: er wird es mehreren Jahrhunderten nicht mehr sein.

Koluren: Kolur der Nachtgleichen und Solstizen: letzterer geht durch die Pole der Ekliptik. — (S. 20.).

Wendekreise: ihre Lage: Ursprung ihres Namens: Wendekreis des Krebses und des Steinbocks.

Polarreise: Ursprung ihres Namens: ihre Lage. — (S. 21.).

Andre Kreise: an der unbeweglichen Kugelfläche, die Stundenkreise, Vertikalzirkel und Almikantarats: an der beweglichen die Abweichungs- und Breitenkreise, die Parallelkreise mit dem Aequator und der Ekliptik.

Lage der Stundenkreise: werden von funfzehn zu funfzehn Grad für die ganzen Stunden gezogen: Stundenwinkel an den Polen: Verwandlung der Zeiteile in Bogen des Aequators und umgedreht: die Stunde wird aus dem Stundenwinkel bestimmt, den man aus der Sonnenhöhe gefunden hat.

Kleiner Zirkel am Pol mit einem Zeiger, die Stunden anzugeben, die zu den Theilen der täglichen Umdrehung gehören: Sonnenzeit länger als Sternzeit: warum? und um wie viel. — (S. 22.).

Ungleichheit der Sonnentage: Ursache davon: mittlere und wahre Sonnenzeit: eingebildete Sonne, bestimmt durch eine gleichförmige Bewegung die mittlere Zeit: Gleichung der Zeit, bald positiv bald negativ: ihr Gebrauch in der ganzen Astronomie.

Der Unterschied zwischen der wahren und mitlern Zeit wird gebraucht wenn man aus der beobachteten Höhe eines Sterns die Stunde sucht: allgemeiner Gebrauch des Unterschiedes zwischen der wahren und mitlern Bewegung in der Astronomie: wie man ihn anwender: verwickelte Mond berechnung wegen der großen Anzahl der Gleichungen. — (S. 24.).

Vertikalkreise bestimmen das Azimut: was das Azimut ist? Höhe und Entfernung vom Zenit werden in Vertikalkreisen gemessen: Amplitude: die Höhe wird durch die Parallaxe vermindert, durch die Refraktion vergrößert: geringe Veränderung der Amplitude durch die Refraktion, wird wichtig bei der Methode die Abweichung der Magnetenadel zu bestimmen, welche die Seelente die Variation des Kompasses nennen. — (S. 25.).

Poßhöhe im Meridian: erster Vertikalkreis, steht auf dem Meridian senkrecht: Höhen in den Vertikalkreisen braucht man die Stunden zu finden: Höhen im Meridian bestimmen die Breite des Orts: Größtes und Kleinstes der Höhe im Meridian: Kulminazion; Höhen dürfen nicht in der Nähe des Meridians genommen werden, wenn man die Stunde finden wil: am besten nimt man sie in der Nähe des ersten Vertikalkreis. — (S. 26.).

Eine gute Refraktionstafel ist einem beobachtenden Astronomen nothwendig: Ungewisheit in der man noch über die mitlere Größe der Refrakzion steht, so wie auch über die Veränderung derselben mit dem Steigen und Fallen des Barometers und Thermometers: neue Azimutalmaschine, welche die Refraktion mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit bestimmen würde: ihr großer Nutzen in der ganzen Astronomie. — (S. 27.).

Die Almikantarats: was sie sind? einer von ihnen ist der Dämmerungskreis achtzehn Grad unter dem Horizont:

zont: Unterschied in der Dauer der Dämmerung. — (S. 28.)

Kreise an der beweglichen Kugel: Ihr Nutzen, die Lage der Sterne zu bestimmen: Länge und Breite bezieht sich auf die Ekliptik: gerade Aufsteigung und Abweichung auf den Aequator: gegenseitige Verbindung dieser vier Bestimmungen: die beiden letztern sind die wichtigsten für einen Seefahrer. — (S. 29.).

Gebrauch des Meridians an der Armillarsphäre die Abweichung der Sonne zu bestimmen: die tägliche Bewegung geschieht in Parallelkreisen des Aequators: die, welche das Vorrücken der Nachtgleichen bewirkt, in Parallelkreisen der Ekliptik: Tag- und Nachtbogen in den ersten. — (S. 30.).

Die Wend- und Polarkreise sind dem Aequator parallel: fünf durch sie bestimmte Zonen gehören zum Globus terrestris: eine heiße, zwei gemäßigte und zwei kalte.

Zwei mit dem Aequator parallele Zirkel schließen die Sterne ein, die beständig sichtbar oder beständig unsichtbar sind. — (S. 31.).

Kreise auf dem Globus terrestris: der Aequator mit seinen Polen und seinen Parallelen; die Wendekreise und Polarkreise; die Zonen: der Meridian; erster Meridian: Länge und Breite auf der Erde bezieht sich auf den Aequator; Antipoden,

Stellungen der Sphäre: gerade, parallele und schiefe; Erscheinungen der geraden Sphäre: man sieht daselbst alle Tage den ganzen Himmel; man hat beständig Tag und Nacht gleich. — (S. 32.).

Parallele Sphäre; Erscheinungen derselben: man sieht daselbst beständig nur die Eine Hälfte des Himmels: Tag und

und Nacht von sechs Monaten: zwei Dämmerungen, jede von fünfzig Tagen. — (S. 33.).

Schiefe Sphäre: Erscheinungen derselben: Erhöhung des einen Pols über den Horizont, Tiefe des andern unter demselben: Breite, allemahl der Polhöhe gleich, und der Entfernung des Aequators vom Zenit: Methode sie zu finden, durch die Höhe eines Sterns im Meridian.

Allgemeine Tag- und Nachtgleichen in den Aequinozien: Ungleichheit der Tag- und Nachtbogen außerhalb des Aequators. — (S. 34.).

Ungleichheit der Tage und Nächte wird größer in größern Entfernungen von dem Aequator: die längsten und kürzesten Tage in den Solstizen: Tag länger als 24 Stunden jenseit des Polarkreises: eben so in Rücksicht der Nacht: Klimate, werden durch die Dauer des längsten Tages bestimmt: es sind dreißig in jeder Halbkugel.

Allgemeine Ursache der verschiedenen Wärme in Rücksicht der Klimate und Jahreszeiten: Vorzug der nördlichen vor der südlichen Hemisphäre: Ausnahmen von der allgemeinen Regel nach der besondern Beschaffenheit der Länder. — (S. 35.).

Kreise auf der künstlichen Himmelskugel: Aequator, Ekliptik, Wende- und Polarkreise, Koluren, Abweichungs- und Breitenkreise, Parallelkreise mit der Ekliptik und mit dem Aequator: Meridian und Horizont. — (S. 36.).

Sternbilder auf der Himmelskugel: kleine Berichtigung wegen der Vorrückung der Nachtgleichen und der veränderlichen Neigung der Ekliptik: Aufgaben können nicht genau auf derselben gelöst werden.

Einige von diesen Aufgaben: Methode, die Rectasension und Abweichung auf der Himmelskugel und die geo-

grafische Länge und Breite auf der Erdfugel zu finden: die Sterne welche beständig oder niemals sichtbar sind, zu finden: die Amplitude der übrigen, den halben Tag- und halben Nachtbogen, die Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne, des Aufgangs, der Kulminazion und des Untergangs der Fixsterne: Monatstage die zu jedem Grade der Ekliptik gehören, wenn sich die Sonne in demselben befindet: Gebrauch des am Pol angebrachten kleinen Stundenzirkels. — (S. 37.).

Ursprung des Schaltjahres: Verbesserung des Kalenders durch Gregor den dreizehnten: Unterschied des neuen und alten Stiels. — (S. 39.).

### Dritter Abschnitt.

#### Von der wahren Bewegung der Sterne und ihrer fisischen Ursache.

Erste Vorstellung von dem Weltgebäude: wirkliche tägliche Bewegung der Gestirne: von dem Primum Mobile fortgerissene sfärische Schichten welche die Planeten enthalten: ihre eigne Bewegung in entgegengesetzter Richtung: ekzentrischer Kreis: Absidenlinie, Erbdnähe, Erdferne: wahre und mittlere Anomalie. — (S. 40.).

Epizikel: Ptolemäisches System: Erscheinungen sind der Hipotese entgegen: Epizikel werden vermehrt: König Alfons Gedanken über diese verwickelte Hipotese. — (S. 41.).

Wahres System von mehreren Alten erkant: tägliche und jährliche Bewegung der Erde, und des Mondes um die Erde: Bahnen der Planeten um die Sonne: Koperniks System: Tycho's System: die Erde steht unbeweglich:



weglich: die Sonne und der Mond bewegen sich um die Erde, die übrigen Planeten um die Sonne.

Die Fortpflanzung des Lichts und die fisische Astronomie widerlegen das Tychonische System. — (S. 42.).

Wirbel des Descartes, sind willkürlich angenommen, erwiesenen fisischen Gründen entgegen, werden durch die freie Bewegung der Kometen widerlegt: Newtons allgemeine Gravitation: erklärt alle Erscheinungen: Keplers Entdeckungen geben zu dieser Theorie Gelegenheit. — (S. 43.).

Vorhergehende Hypothese einer mitlern Bewegung um einen Punkt außerhalb des Mittelpunkts von dem elliptischen Kreise: Keplers Entdeckung über die elliptische Bahn des Mars in deren Einem Brennpunkt die Sonne ligt, wird auf die übrigen Planeten angewendet. — (S. 45.).

Zweites Keplerisches Gesetz, die von dem Radius vector beschriebenen Flächen sind den Zeiten proportional: Keplers unrichtige Begriffe über die fisische Astronomie. — (S. 45.).

Drittes Keplerisches Gesetz, die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die mitlern Entfernungen.

Newtons Entdeckung, daß alle diese Gesetze eine notwendige Folge eines einzigen Gesetzes der Gravitation sind: sie steht im umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernungen: die Kometen gehorchen demselben Gesetz: eben so alle Teile der Materie: große Menge von Erscheinungen ausführlich daraus erklärt. — (S. 46.).

Fortschritte welche die Geometer durch diese Theorie in der Berechnung von tausend kleinen Irregularitäten gemacht haben: gute Tafeln welche vermittelst dieser Theorie über die Mondsbeugung gemacht worden.

Wahres Planetensystem: nichts ist unbeweglich außer der gemeinschaftliche Mittelpunkt der Schwere: angenommene Ruhe der Sonne zur Erleichterung der Rechnung: Umdrehung der Sonne um ihre Ase: Bewegung der Planeten um die Sonne: Neigung der Planetenbahnen: Knotenlinie, Absidenlinie, Sonnenferne, Sonnennähe, wahre und mittlere Anomalie, Gleichung: geringe Veränderung der Knoten- und Absidenlinie: ähnliche Bewegung der Kometen und Nebenplaneten. — (S. 47.).

Elliptische Bahn um die Sonne, von dem gemeinschaftlichen Schwerepunkt der Erde und des Mondes beschrieben: Veränderung der Mondbahn: verwickelte Irregularitäten in seiner Bahn. — (S. 49.).

Sieben Elemente für jeden Planeten: heliozentrischer, geozentrischer Ort: astronomische Tafeln; astronomische Ephemeriden und Kalender.

Entfernung und Größen der Planeten. — (S. 51.).

## Vierter Abschnitt.

### Verbindung der Astronomie mit der Schifffahrtskunde.

Drei Ursachen dieser Verbindung: Richtung des Laufs, geographische Länge und Breite des Schiffs. — (S. 53.).

Alte Methode den Lauf des Schiffes zu richten: vortheilhafter Gebrauch der Busssole: nothwendige Berichtigung derselben durch die Astronomie, wegen der veränderlichen Abweichung der Magnetnadel.

Strich

Strichkompass, Variationskompass: beider Gebrauch, des ersten die Abweichung der Magnethadel zu finden, des zweiten den Lauf des Schiffes zu richten. — (S. 55.).

Methode die gesuchte Abweichung durch die Amplitude zu finden: Berichtigung wegen der Strahlenbrechung: ist gering: andre Methode vermittelt einer beobachteten Höhe: Berichtigung dieser Höhe.

Was für dieses erste Stück, für die Theorie und die Ausübung aus der Astronomie genommen wird: Hauptstücke findet man in den astronomischen Kalendern: der scheinbare Durchmesser der Sonne ist dabei nothwendig, und warum? — (S. 54.).

Zweites Stück, die Breite: einfachste Methode sie zu finden, wenn man die Höhe eines bekanten Sterns im Meridian beobachtet: Art sich derselben in verschiednen Fällen zu bedienen, sowohl in der südlichen als nördlichen Hälfte des Meridians: kleine Berichtigung in der Abweichung der Fixsterne, die für genaue Beobachtungen nötig ist. — (S. 55.).

Drittes Stück, die Länge: alte Methode sie zu schätzen: Unzulänglichkeit derselben und warum? — (S. 56.).

Vergebliche Hoffnung die Länge durch die Variation des Kompasses finden: das Gesetz derselben ist noch nicht bekant.

Einzige Methode die Länge zu finden, aus dem Unterschied zwischen der Stunde die man auf dem Schiffe zählt und der Stunde eines bekanten Orts: dieser Unterschied läßt sich auf zwei Arten finden, durch eine Längenuhr, oder durch die Beobachtung einer Erscheinung am Himmel. — (S. 57.).

Metode die Stunde des Schiffs durch übereinstimmende Höhen, oder durch eine einzige Höhe eines bekannten Sterns zu finden: nöthige Vorsicht bei der ersten Methode: sphaerischer Triangel für die zweite.

Erste Methode die Stunde eines bekannten Orts durch eine Längenuhr zu finden: nöthige Vorsicht: vortrefliche Schrift des Chevalier Florieu über diesen Gegenstand. — (S. 59.).

Zweite Methode: die Erscheinungen welche man dazu gebrauchen kan, sind einige Verfinsterungen und der Ort des Mondes: keine andren Verfinsterungen können dazu angewendet werden, ausser die Finsternisse des ersten Jupiterstrabanten: sie kommen zu selten vor, und sind auf der See nicht gut zu beobachten.

Alle Gestirne bewegen sich zu langsam, als daß man die Beobachtung ihres Orts zu dieser Absicht anwenden könnte, ausser dem Mond, der in jeder Minute Zeit eine halbe Minute im Bogen fortrückt: Bedeckungen der Sonne und Fixsterne vom Monde eräugnen sich zu selten, und erfordern eine weitläuftige Berechnung: die Entfernungen des Mondes von der Sonne und den Fixsternen, sind das einzige noch übrige Mittel. — (S. 61.).

Zwei große Schwierigkeiten von Seiten der Praxis und der Theorie: die erste ist durch den Reflexionsoktantan gehoben, die zweite dadurch daß die Entfernungen des Mondes von Fixsternen, von drei zu drei Stunden berechnet, und in den Londoner und Pariser astronomischen Kalender eingebracht werden:

Schwie-

Schwierigkeiten die man überwinden mußte, um den Ort des Mondes berechnen zu können: Berichtigung der scheinbaren Entfernung wegen der Refraction und Parallaxe. — (S. 62.).

Diese beiden Stücke hängen von den Höhen ab: beschwerliche Methode sie für den Augenblick der Beobachtung aus der Theorie zu bestimmen: es ist besser sie unmittelbar zu beobachten: Methode die Berichtigung anzubringen, 1) durch zwei spherische Triangel; 2) durch trigonometrische Formeln: 3) durch die große zu London gedruckte Sammlung von Tafeln. — (S. 63.).

Methode die Stunde von London und Paris zufolge dieser Entfernung zu finden: Berichtigung durch Proportionaltheile. — (S. 64.).

## Fünfter Abschnitt.

### Von den Instrumenten.

Drei Gattungen von Astronomischen Instrumenten; optische, mechanische und geometrische. — (S. 65.).

Instrumente der ersten Gattung zur Unterstützung des Gesichts: Spiegelteleskope und Fernrohre, vorzüglich astronomische: der beobachtende Astronom muß ihre Beschaffenheit gehörig kennen, damit er sie berichtigen kan.

Instrumente der zweiten Gattung, die Zeit zu messen; Uhren, auf dem Lande Penduluhrn, auf welche die Wärme keinen Einfluss hat: auf dem Meere Secuhren.

Durchgangsinstrument: Lage seiner Aren: Methode wie es zu berichtigen: vorteilhafter Gebrauch desselben. — (S. 66.).

Der Halbkreis desselben der die Entfernungen vom Zenit angibt gehört zur dritten Gattung, welche die Winkel zu messen dient. — (S. 67.).

Mauerquadrant: seine Stellung: seine Bestimmung für den Durchgang der Sterne durch den Meridian und die Mittagshöhen: ungleich größerer Vorteil eines Azimutalinstruments.

Beweglicher Quadrant: zwei verschiedne Arten ihn zu gebrauchen, nachdem das Fernrohr an eine Seite desselben befestigt ist, oder sich auf einer Alidade um den Mittelpunkt dreht: Sextant: Sektoren von verschiedner Art. — (S. 68.).

Parallaktische Maschine mit zwei Zeigern für die Deklination und gerade Aufsteigung: Gebrauch dieser Maschine. — (S. 69.).

Verschiedne Arten von Mikrometern, mit festen oder beweglichen Fäden: Objektivmikrometer: Einrichtung desselben und Gebrauch.

Auf der See kan nur das letzte gebraucht werden: selbst dieses nicht immer: Quadranten, Penduluhren, Fernrohre kan der Seeman zu Bestimmung der Länge und Breite eines Landungsplatzes gebrauchen: tragbares Durchgangsinstrument sehr nützlich zu derselben Absicht. — (S. 70.).

**Refle-**

Reflexionsoktant zu Beobachtungen auf der See nützlich und nothwendig: Beschreibung desselben. — (S. 72.).

Sein Gebrauch Distanzen und Höhen zu messen: zwei verschiedene Arten, vor- und rückwärts zu beobachten. — (S. 73.).

Methode Entfernungen mit demselben zu messen: gefärbtes Glas wegen der Sonnenstralen. — (S. 74.).

Methode mit dem Oktanten Höhen zu messen: was man tun mus wenn der Horizont vorwärts bedeckt ist: es ist vorteilhaft die Höhen vor- und rückwärts zugleich zu beobachten. — (S. 75.).

Wie man verfährt wenn der Horizont auf beiden Seiten bedeckt ist: künstlicher Horizont. — (S. 76.).

Nothwendigkeit das Instrument gehörig zu berichtigen, und sich in seiner Behandlung zu üben.

Variations- und Strichkompass: ihre Beschreibung und Gebrauch.



### **Druckfehler.**

S. 20. Z. 13. ist hinter Wendekreise, (Tropizt), ausgelassen worden.

---



Vorstellung  
des  
Sonnen systems.

# Vorstellung des Sonnensystems

## I. Die Sonne und die Hauptplaneten.

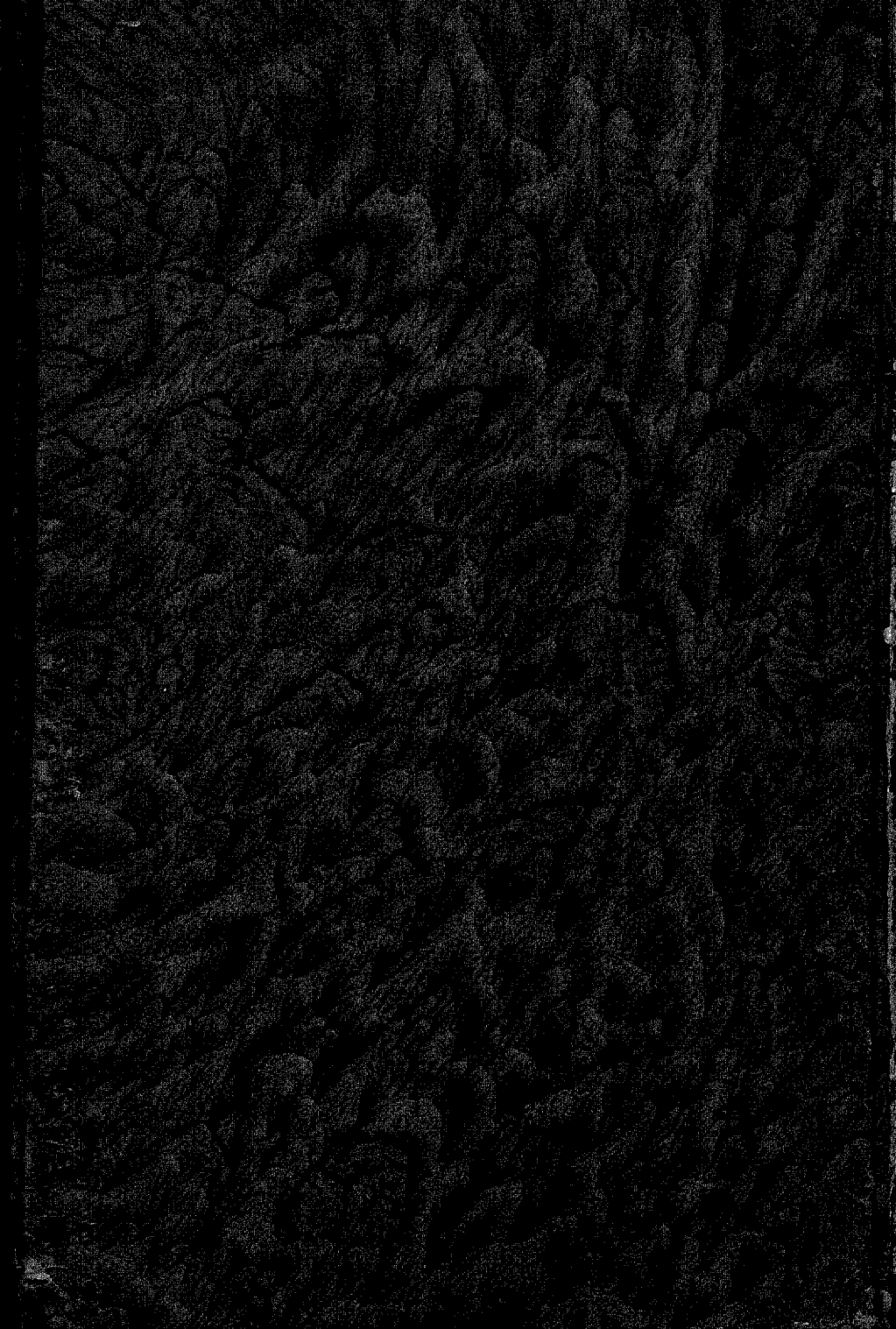
	tropisches Jahr.	Sternjahr.	Neigung der Bahn	Mittlere Entfernung v. der Sonne	Umwäl- lungszeit.	Durchmesser	Neigung des Ae- quators der Plane- ten zu ihrer Bahn.	Dichtigkeit.	Masse.	Schwere auf der Oberfläche
☉	— —	— —	—	—	25 14 8 J. Et M. S.	112,79	7° 30'	0,2546	365412	Fuß 433, 81
♂	J. Et M. S. 0 87 23 14 26	J. Et M. S. 0 87 23 15 37	7° 0' 0"	0,38710		0,41		2,0377*	0,142*	12,673*
♀	0 224 16 41 32	0 224 16 49 13	3° 23' 20"	0,72333	0 23 22	0,97	75°	1,2750*	1,171*	18,72*
♂	1 0 5 48 45	1 0 6 9 11	—	1,00000	0 23 56 4	1,00	23° 28'	1,0000	1,00	15,1038
♂	1 321 22 18 27	1 321 23 30 43	1° 51' 0"	1,52369	0 24 40	0,67	0 beinahe	0,7292*	0,220*	7,39*
♂	11 315 8 58 27	11 317 8 51 26	1° 19' 10"	5,20098	0 9 56	11,39	3°	0,2298	340,0	39,55
♂	29 164 7 21 50	29 176 14 36 42	2° 30' 20"	9,53937		10,10		0,1045	106,9	15,83
♂	83 52	83 150	0° 46' 20"	19,16525		4,00				

## II. Die Nebenplaneten.

		Periodischer Um- lauf.	Mittlerer Abstand von dem Haupt- planeten.	Mittlere Neigung der Bahn.
	Mond.	J. St. M. S.	60 $\frac{1}{2}$ Halbmesser.	5° 8' 52"
Jupiterstrahlen.	I	1 18 27 33	5,965 $\frac{1}{2}$	3° 18' 38"
	II	3 13 13 42	9,494 des	3° 33' 0"
	III	7 3 42 33	15,141 messer	3° 19' 57"
	IV	16 16 32 8	26,630 Halb-	2° 36' 0"
Saturnstrahlen.	I	1 21 18 27	4,893 $\frac{1}{2}$	30°
	II	2 17 44 22	6,268 des	30°
	III	4 12 25 12	8,754 messer	30°
	IV	15 22 34 38	20,295 Halb-	30°
	V	79 7 47 0	59,154	15°

Des Mondes sinodischer Umlauf geschieht in 29 Tagen 12 St. 44' 3"  
 sein Durchmesser beträgt 0,2730 des Erddurchmessers,  
 seine Dichtigkeit ist 0,68706  
 seine Masse 0,014 beides bei der Erde = 1 gesetzt  
 die Schwere auf seiner  
 Oberfläche 2,83  
 er dreht sich um seine  
 Axe in 27 Tagen 7 Stunden 43' 11"

Der Durchmesser des Saturnsrings verhält sich zum Durchmesser des  
 Saturns wie 7 : 3; die Entfernung des innern Randes von dem  
 Mittelpunkt des Saturns, zu dem Halbmesser des Saturns wie  
 5 : 3; die Fläche des Rings ist 31° 30' gegen die Ekliptik geneigt.



[www.books2ebooks.eu](http://www.books2ebooks.eu)